

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



---

***EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS VÍAS  
DE ACCESO VEHICULAR POR EL MÉTODO PCI DE LA LOCALIDAD  
DE ICHOCÁN – PROVINCIA DE SAN MARCOS - DEPARTAMENTO DE  
CAJAMARCA***

---

TESIS PARA OBTENER

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

***LÍNEA DE INVESTIGACIÓN*** : TRANSPORTES  
***AUTOR*** : Br. EDER A. URRUNAGA PAREDES  
***ASESOR*** : Ing. GILBERTO A. VELÁSQUEZ DÍAZ

***TRUJILLO- PERÚ***

***2020***

**N° de Registro: .....**



**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS VÍAS  
DE ACCESO VEHICULAR POR EL MÉTODO PCI DE LA LOCALIDAD DE  
ICHOCÁN – PROVINCIA DE SAN MARCOS - DEPARTAMENTO DE  
CAJAMARCA”**

**JURADO DICTAMINADOR**

---

PRESIDENTE

**ING. CESAR LEONIDAS CANCIDO RODAS**

CIP: 77103

---

SECRETARIO

**ING. JUAN PAUL HENRÍQUEZ ULLOA**

CIP:118101

---

VOCAL

**ING. JORGE ANTONIO VEGA BENITES**

CIP:75985

---

ASESOR

**ING. GILBERTO ANAXIMANDRO VELÁSQUEZ DÍAZ**

CIP:29040

Fecha: 21 de Diciembre del 2020

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por iluminarme y haberme regalado  
lo más lindo en este mundo: ... ¡la vida! A  
mis queridos y amados padres: Alejandro y Rosa,  
por brindarme su apoyo incondicional sincero y ser  
los pilares fundamentales para mi formación  
personal y profesional.*

*A Omar y Zeida, ...mis hermanos;  
por ser mi motivación y estar en los  
momentos más importantes de mi vida.*

*Con todo cariño y gratitud, también dedico  
este trabajo a todas las personas que de alguna  
manera fueron mi brújula, para orientarme en lograr  
mis metas y objetivos.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a mis padres y hermanos, por guiarme en el buen camino y así lograr mis sueños.

A mi asesor, el Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Díaz, por aceptar desinteresadamente asesorar mi trabajo de tesis, compartiéndome todo su conocimiento y experiencia.

Hago extenso mi agradecimiento también, a todos los docentes que forman parte del staff de profesionales en la escuela de Ingeniería Civil, quienes cumplieron una pieza fundamental para mi formación profesional compartiéndome todas sus enseñanzas.

También quiero agradecer a mi alma máter, la Universidad Privada Antenor Orrego, en especial la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por dejarme formar parte ella y albergarme durante estos 5 años.

¡MUCHAS GRACIAS!

## **RESÚMEN**

Los pavimentos forman parte de las infraestructuras más importantes en las ciudades, por lo cual, es también una de las problemáticas más concurrentes, y es por ello que en éste trabajo se propone realizar el análisis detallado del estado real en el que se encuentran las vías de acceso vehicular al distrito de Ichocán – provincia de San Marcos en la región Cajamarca; determinando la condición del pavimento rígido mediante la metodología PCI (Pavement Condition Index), para lo cual, se creyó conveniente seleccionar 8 calles dentro de las principales, donde se ubicaron los tramos con mayor índice de deterioro y deficiencia del pavimento.

En cada una de las calles seleccionadas, se pudo inspeccionar detalladamente los tipos y severidades que presentó cada una de las fallas, para proceder a tomar datos y registrar con evidencias las deficiencias que presentan. Seguido a eso, se procesaron los datos recaudados, donde obtuvimos distintas clasificaciones que en su gran mayoría arrojaron resultados de pavimentos con condiciones deficientes.

Dentro de los daños del pavimento más concurrentes se encontraron a 3 tipos: Primero, dentro de las fallas más repetitivas fueron las Grietas Lineales, donde se incluyen las longitudinales, transversales y diagonales, con una cantidad de 52 losas que cuentan con éste tipo de fallas. En segundo lugar, tenemos al Pulimento de Agregados, con una cantidad de 24 losas con presencia de éste tipo de daño y finalmente tenemos al Parche Grande con una cantidad de 23 losas con este problema.

Finalmente pudimos lograr determinar el PCI promedio de las 8 calles, obteniendo un resultado de 36.49, el cual se clasifica como un pavimento de tipo MALO, por la cual en nuestra investigación recomendamos remover el pavimento existente para realizar una reconstrucción del mismo, por ser coherente y económico, debido a que el pavimento existente ya ha cumplido el tiempo de vida útil con una edad aproximada de más de 45 años.

## **ABSTRACT**

Pavements are part of the most important infrastructure in cities, therefore, it is also one of the most common problems, and that is why, in this work it is proposed to carry out a detailed analysis of the real state in which the vehicular access roads to the Ichocan district are located, determining the condition of the rigid pavement using the PCI methodology, for which they were taken and They selected 8 of the main streets, where the sections with the greatest deterioration and pavement deficiency were located.

In each of the selected streets, mentioned above, the types and severities that each of the failures presented were inspected, then proceed to take note and record with evidence the deficiencies they present. Subsequently, the collected data were processed in which we obtained different classifications, which mostly threw pavement with poor conditions.

Within the most concurrent damages of the pavement you will find 3 types: First, within the most repetitive faults were the Linear Cracks, which include the longitudinal, transverse and diagonal, with an amount of 52 slabs that have these faults. Secondly, we have the Aggregates Polish, with an amount of 24 slabs with the presence of this type of damage and finally we have the Large Patch with an amount of 23 slabs with this problem.

Finally, we were able to determine the average PCI of the 8 streets, obtaining a result of 36.49, which is classified as a BAD type pavement, for which in our investigation we recommend removing the existing pavement to perform a reconstruction of it, for being consistent and economical, because the existing pavement has already fulfilled the useful life with an approximate age of more than 40 years.

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Dando conformidad al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, aprobado por en sesión de Consejo de Facultad de la Universidad Privada Antenor Orrego, presento a vuestra disposición el presente trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS VÍAS DE ACCESO VEHICULAR POR EL MÉTODO PCI DE LA LOCALIDAD DE ICHOCÁN – PROVINCIA DE SAN MARCOS - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido de éste trabajo se basa principalmente en los fundamentos y formatos del Manual: Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto. Que, al complementarse con los conocimientos adquiridos durante mi formación profesional en la universidad, consultando a diversos trabajos investigativos, libros y con la instrucción de mi asesor; es que se logró hacer realidad éste trabajo.

Trabajo que someto a vuestra evaluación, esperando que cumpla con todos los requisitos y disposiciones para su aprobación.

El Autor

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1.	<i>Problema de Investigación</i>	15
1.1.1.	<i>Realidad Problemática</i>	15
1.1.2.	<i>Descripción del Problema</i>	17
1.1.3.	<i>Formulación del Problema</i>	19
1.2.	<i>Objetivos</i>	19
1.3.	<i>Justificación</i>	19
<b>II.</b>	<b>MARCO DE REFERENCIA</b>	
2.1.	<i>Antecedentes</i>	20
2.2.	<i>Marco Teórico</i>	23
2.2.1.	<i>Evaluación de los Pavimentos</i>	23
2.2.2.	<i>Tipos de Evaluación de Pavimentos</i>	24
2.3.	<i>Marco Conceptual</i>	54
2.4.	<i>Hipótesis</i>	58
2.5.	<i>Variables</i>	58
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA EMPLEADA</b>	
3.1.	<i>Localización</i>	59
3.2.	<i>Población</i>	61
3.3.	<i>Muestra</i>	61
3.4.	<i>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</i>	55
3.5.	<i>Procesamiento de Datos</i>	62
3.5.1.	<i>Análisis e Interpretación del Manual</i>	62
3.5.2.	<i>Procesamiento de Datos</i>	68
3.5.3.	<i>Presupuesto</i>	101
3.5.4.	<i>Cronograma de Actividades</i>	102
<b>IV.</b>	<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	
4.1.	<i>Tablas Resumen</i>	90
4.2.	<i>Propuesta de Investigación</i>	91
4.3.	<i>Análisis e Interpretación de Resultados</i>	91
4.4.	<i>Prueba de Hipótesis</i>	91

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	105
CONCLUSIONES.....	107
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS.....	113

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla N°1. Rangos de Calificación PCI.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N°2. Severidad de Losa tipo Dividida.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N°3. Nivel de Severidad (Falla tipo escala).....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N°4. Grados de Severidad (Punzonamiento).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla N°5. Severidad de Falla por Desconchamiento.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla N°6. Grados de Severidad de Descascaramiento.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla N°7. Grado de Severidad para Descascaramiento de Junta.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla N°8. Operacionalización de Variables.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla N°9. Distribución de Calles.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N°10 Longitud para Unidades de Muestra.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla N°11. Manual de Daños en Vías de Superficie de Concreto.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla N°12.Formato para las Iteraciones del Valor Deducido Corregido.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N°13. Recurso Humano (Personal).....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla N°14. Materiales.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla N°15. Bienes.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla N°16. Servicios.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla N°17. Cronograma.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla N°18. Resumen por Clasificación PCI.....</i>	<i>103</i>

**Tabla N°19. Cantidad de Fallas por Tipo.....103**

**ÍNDICE DE IMÁGENES**

**Imagen N°1. Red Vial Pavimentada y no Pavimentada.....16**

**Imagen N°2. Falla por Levantamiento o Explosión.....27**

**Imagen N°3. Grieta de tipo Esquina de baja severidad.....29**

**Imagen N°4. Ejemplo de Losa Dividida de mediana severidad.....30**

**Imagen N°5. Falla de Durabilidad “D” de mediana severidad.....32**

**Imagen N°6. Falla de tipo Escala.....33**

**Imagen N°7. Daño en el Sello de Junta de severidad media.....35**

**Imagen N°8. Desnivel en calzada de severidad media.....36**

**Imagen N°9. Grieta Longitudinal de severidad media.....39**

**Imagen N°10. Grieta Trasversal de severidad baja.....39**

**Imagen N°11. Parche Grande con severidad media.....41**

**Imagen N°12. Parche Pequeño con severidad alta.....42**

**Imagen N°13. Pulimento de severidad alta.....43**

**Imagen N°14. Falla de Desprendimiento por Disgregación de Áridos....44**

**Imagen N°15. Falla por Bombeo.....45**

**Imagen N°16. Falla por Punzonamiento con severidad alta.....46**

**Imagen N°17. Cruce de vía Férrea.....47**

**Imagen N°18. Agrietamiento de tipo Mapeo de alta severidad.....49**

**Imagen N°19. Agrietamiento de tipo Grieta Retracción.....50**

**Imagen N°20. Descascaramiento de Esquina de severidad alta.....51**

**Imagen N°21. Grieta de Descascaramiento de Junta.....53**

**Imagen N°22. Sección transversal de un Pavimento Rígido.....55**

**Imagen N°23. Plano de Ubicación del Distrito de Ichocán.....60**

<i>Imagen N°24. Distribución de Calles A.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen N°25. Distribución de Calles B.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen N°26. Formato para llenado de datos.....</i>	<i>66</i>
<i>Imagen N°27. Av. Gonzáles Prada.....</i>	<i>69</i>
<i>Imagen N°28. División de losas para análisis.....</i>	<i>69</i>
<i>Imagen N°29. Análisis de datos.....</i>	<i>70</i>
<i>Imagen N°30. Jr. Bolívar.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen N°31. División de losas para análisis.....</i>	<i>73</i>
<i>Imagen N°32. Análisis de datos.....</i>	<i>74</i>
<i>Imagen N°33. Jr. Manco Cápac.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen N°34. División de losas para análisis.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen N°35. Análisis de datos.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen N°36. Jr. Raimondi.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen N°37. División de losas para análisis.....</i>	<i>81</i>
<i>Imagen N°38. Análisis de datos.....</i>	<i>82</i>
<i>Imagen N°39. Jr. Plaza de Armas.....</i>	<i>85</i>
<i>Imagen N°40. División de losas para análisis.....</i>	<i>85</i>
<i>Imagen N°41. Análisis de datos.....</i>	<i>86</i>
<i>Imagen N°42. Jr. Sucre.....</i>	<i>89</i>
<i>Imagen N°43. División de losas para análisis.....</i>	<i>89</i>
<i>Imagen N°44. Análisis de datos.....</i>	<i>90</i>
<i>Imagen N°45. Jr. Huayna Cápac.....</i>	<i>93</i>
<i>Imagen N°46. División de losas para análisis.....</i>	<i>93</i>
<i>Imagen N°47. Análisis de datos.....</i>	<i>94</i>
<i>Imagen N°48. Jr. Atahualpa.....</i>	<i>97</i>

<i>Imagen N°49. División de losas para análisis.....</i>	<b>97</b>
<i>Imagen N°50. Análisis de datos.....</i>	<b>98</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica N°1. Cantidades más comunes en cada tipo de falla.....</i>	<b>104</b>
<i>Gráfica N°2. Relación entre resultados PCI y cantidad de fallas.....</i>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

<i>Fórmula N°1. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.....</i>	<b>63</b>
<i>Fórmula N°2. Selección de unidades de muestreo para inspección.....</i>	<b>64</b>
<i>Fórmula N°3. Número máximo admisible de valores deducidos.....</i>	<b>68</b>

## LISTA SE SÍMBOLOS Y SIGLAS

<b>ASTM</b>	<b><i>Sociedad Americana para Pruebas y Materiales</i></b>
<b>CDV</b>	<b><i>Valor Deducido Corregido</i></b>
<b>F'c</b>	<b><i>Resistencia a la Comprensión del Concreto</i></b>
<b>FHWA</b>	<b><i>Administración Federal de Carreteras</i></b>
<b>GTT</b>	<b><i>Oficina General de Planeamiento y Presupuesto</i></b>
<b>INEI</b>	<b><i>Instituto Nacional de Estadística e Informática</i></b>
<b>MTC</b>	<b><i>Ministerio de Transportes Y Carreteras</i></b>
<b>PCI</b>	<b><i>Índice de Condición del Pavimento</i></b>
<b>VD</b>	<b><i>Valor Deducido</i></b>
<b>VDT</b>	<b><i>Valor Deducido Total</i></b>
<b>q</b>	<b><i>Número de Deducido</i></b>
<b>m<sub>i</sub></b>	<b><i>Número Máximo Admisible de Valores Deducidos</i></b>
<b>HDV<sub>i</sub></b>	<b><i>Valor Deducido más Alto</i></b>

## I. INTRODUCCIÓN

Las vías de acceso a una ciudad, forman parte fundamental en el desarrollo de las ciudades y pueblos, es por ello que nace la inquietud de realizar esta investigación, para conocer el estado actual en el que se encuentra el pavimento de la localidad en evaluación. Un proyecto vial bien ejecutado y con un mantenimiento eficiente, se puede traducir en optimización de costos, tanto materiales como en tiempo de rehabilitación y contaminación del ambiente, así como también la comodidad para el desplazamiento de los pobladores.

Existen distintos métodos de evaluación para pavimentos, sin embargo, en muchas investigaciones y proyectos se ha tomado en cuenta la metodología PCI como la más confiable y/o completa, debido a su diversidad de fallas y niveles de severidad; esenciales para la evaluación correcta de los daños y su pertinente implementación de planes de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de los pavimentos.

Las fallas que afectan a los pavimentos son producidas por diversos factores, entre ellos se encuentra el mal diseño que no cumple con las características necesarias, la mala calidad de los materiales utilizados para la fabricación del pavimento que no cumplen las condiciones mínimas requeridas; también tiene mucho que ver el proceso constructivo que se utilizó para dicha fabricación, el diseño deficiente del drenaje pluvial, entre otros. Pero la principal e irreversible problemática es la deficiencia en el mantenimiento periódico de los pavimentos. Es por eso que es necesario tener una evaluación oportuna de los mismos, para poder aplicar su proceso reparativo adecuado y tener un tiempo de vida útil prolongado.

En la presente investigación, se detalla un análisis minucioso del pavimento existente en las principales calles del distrito, logrando así conocer el estado real de los mismos y poder recomendar la aplicación de un procedimiento correctivo eficiente y adecuado.

## **1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

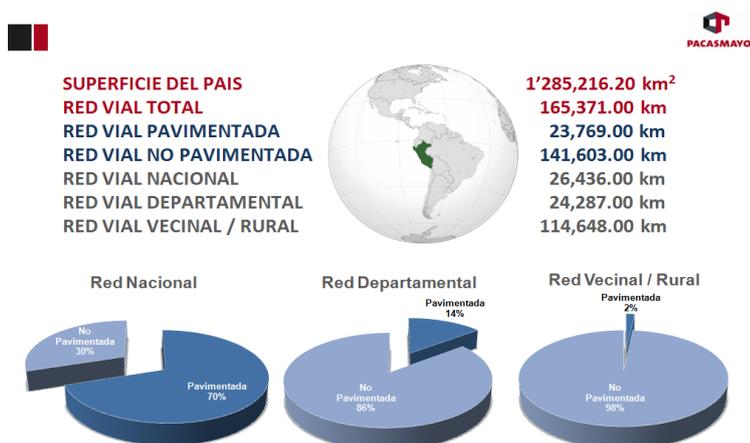
En los últimos años, la Ingeniería vial ha venido progresando a grandes niveles, en cuanto a investigación y a la aplicación de nuevos métodos; así como también la ejecución de proyectos de infraestructura de este tipo, con finalidad de dar a la población la facilidad de transportarse de manera rápida y segura, que al conectar e integrar diferentes puntos permite el progreso de los pueblos y ciudades en nuestro país. Esto se aprecia en las construcciones que se vienen desarrollando, como nuevas carreteras, caminos vecinales, aperturas de trochas, pavimentado de calles y todo tipo de proyectos viales; pero, no son aún las suficientes para satisfacer las necesidades de cada lugar y cada población.

Sin embargo, en nuestra realidad, los presupuestos para la ejecución y/o mantenimiento de este tipo de proyectos no siempre han sido los más sofisticados, por lo que se puede observar el mal estado de nuestros pavimentos, ya que los encontramos olvidados y descuidados, dificultando el libre tránsito de los vehículos. Si hacemos una breve revisión en el ambiente vial en donde nos desarrollamos día a día, nos podemos dar cuenta que nos enfrentamos a una gran cantidad de fallas, grietas, huecos, etc; lo cual perjudica la integridad material del parque automotor y su libre tránsito. Entonces, sería factible realizar propuestas investigativas sobre el estado de nuestros pavimentos a nivel nacional para poder viabilizar los proyectos, optando por propuestas de mejora y su relación de costo - beneficio al momento de priorizar los recursos económicos.

Según el estudio realizado por la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (GTT) del MTC en el año 2015, refiere que de los 165,371.00 Km que corresponde a toda la red vial del país, tenemos 23,769.00 Km vías pavimentadas y

141,603.00 Km no pavimentadas correspondiente a un 85.62 % que carece de este tipo de proyectos. Tal descripción se expone en la imagen N°1, en donde podemos observar la gran diferencia existente entre la red vial pavimentada y no pavimentada en nuestro territorio y nos encontramos con una gran dimensión de área que no presenta pavimento, y sobre todo la más deficiente es la red vecinal/rural.

**Imagen N° 1. Red vial nacional pavimentada y no pavimentada**



**Fuente: MTC. Oficina General del Planeamiento y Presupuesto – GTT (2015)**

Es de suma importancia contar con un pavimento en buen estado o con proyectos de mejoramiento y rehabilitación de los mismos, ya que las vías son las principales conexiones de nuestras localidades que benefician el progreso de nuestro país. Es importante saber que el periodo de servicio de una estructura de pavimento es limitado, lo cual se entendería que en cualquier momento se iniciara su proceso de deterioro tal que al final de su vida útil se manifestará un conjunto de fallas que reducirán su capacidad de rodaje, por lo tanto, se deben iniciar labores de mantenimiento y rehabilitación de las mismas.

Precisándonos en el departamento de Cajamarca, zona donde se desarrollará nuestra investigación. Muños, E. y Jaime,

O. (2013) en su trabajo investigativo hace la siguiente mención: En una ciudad como Cajamarca, donde las lluvias son de intensidad considerable y están presentes durante gran parte del año, no sólo debe ser una propuesta de solución a la falta de pavimento sino también al problema ocasionado por el escurrimiento de las aguas superficiales, especialmente en zonas ubicadas en la parte baja de la ciudad; problema que, si no es tratado, y de manera conveniente, se agravaría aún más con la expansión urbana.

### **1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El departamento de Cajamarca es uno de los 24 departamentos que, junto con la Provincia Constitucional del Callao, forman parte de la república del Perú; está ubicado al noroeste del país, limitando al norte con Ecuador, al este con Amazonas, al sur con La Libertad y al oeste con Lambayeque y Piura. (Wikipedia). Según el XII Censo Nacional de Población, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2017, el departamento de Cajamarca cuenta con una población de 1'341 012 habitantes, que representa el 4.6 % de la población nacional, siendo el quinto departamento más poblado del país. Cuenta con 13 provincias y 127 distritos, entre estos últimos se encuentra el distrito de Ichocán el cual es materia de nuestra investigación.

La localidad de Ichocán capital del distrito del mismo nombre, se encuentra ubicada, en el área urbana del distrito de Ichocán. Actualmente limita con los distritos de: por el Norte Eduardo Villanueva - Por el Sur Chancay - Por el Este José Manuel Quiroz - Por el Oeste Eduardo Villanueva. El índice de la tasa de crecimiento poblacional del distrito se ha visto reflejado en los últimos 20 años, como respuesta a los cambios sociológicos y económicos, que a su vez trajo consigo un crecimiento acelerado del parque automotor de vehículos, los cuales han producido gran cantidad de fallas en las calles reflejadas en agrietamientos y

deformaciones. Cabe resaltar también que, el tiempo de vida del pavimento existente es de una antigüedad aproximada de 45 años, con mantenimientos muy eventuales y deficientes.

El distrito requiere de una pavimentación adecuada que favorezca el tránsito peatonal y vehicular, así como el diseño de un sistema de drenaje de aguas de lluvia para mejorar las condiciones humanas de los pobladores. Actualmente la infraestructura vehicular de la zona ha sufrido gran daño por la presencia y permanencia de lluvias en el Fenómeno del Niño, la infraestructura no presenta las condiciones necesarias para el tránsito vial, así como el desplazamiento de la población, constituyendo un peligro latente y riesgo constante al poblador.

Visiblemente las calles cuentan con un pavimento deteriorado que dificultan el libre tránsito de los vehículos, del mismo modo, la acumulación de agua en el pavimento en mal estado, desencadena la proliferación de moscos y zancudos que atentan contra la salud de la población. Por otro lado, en época de estiaje el polvo se convierte en un problema para la salud pues contribuye al incremento de enfermedades respiratorias con una mayor incidencia en niños y ancianos. También el mal estado de los pavimentos se ha visto reflejado en la pérdida patrimonial – material del parque automotor ocasionando daños directos.

Al no contar con información sobre este tipo de análisis, nace la necesidad de realizar esta investigación para hacer viables los distintos proyectos de pavimentación en la localidad y así poder dar solución a dicha problemática. Actualmente tampoco se cuenta con un plan periódico de mantenimiento de vías en el distrito, el pavimento existente en la mayoría de las calles se encuentra en mal estado; entonces sería necesario evaluar las condiciones de dicho pavimento para considerar pertinente la viabilidad de un proyecto de rehabilitación o reconstrucción.

Por todas estas razones, se decidió elaborar el presente trabajo, esperando sea un aporte más para el desarrollo y bienestar de los pobladores de dicha localidad.

### **1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la condición del pavimento rígido en las vías de acceso vehicular aplicando la metodología PCI en la localidad de Ichocán – Provincia de San Marcos - Departamento de Cajamarca?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Evaluar y determinar la condición superficial general del pavimento rígido por el método PCI, en las principales vías de acceso vehicular a la localidad de Ichocán – provincia de San Marcos – departamento de Cajamarca.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Realizar el análisis por el método PCI el tipo de falla existente de la superficie del pavimento rígido para la recaudación de datos.
- ✓ Evaluar el nivel de severidad en cada falla que presenta el pavimento en su estructura para su determinada clasificación.
- ✓ Efectuar el desarrollo analítico de cada medición efectuada según los términos y formatos PCI para cada falla encontrada.
- ✓ Realizar un análisis resumen del estado que presentan las principales calles del distrito para conocer su estado general.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

### **1.3.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA**

Este proyecto de tesis se sustenta académicamente porque permitirá conocer a grandes rasgos el estado real del pavimento existente aplicando el método de análisis (PCI), con el que obtendremos las condiciones de los accesos al distrito y que

podría servir para analizar y dar solución a la misma problemática en otras localidades.

### **1.3.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Para la evaluación del pavimento existente, utilizaremos como método de análisis el método PCI (Pavement Condition Index) para representar las degradaciones superficiales en cada una de las calles del distrito, aplicando las tablas, fórmulas y formatos estipulados en el manual PCI.

### **1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

El proyecto se justifica socialmente porque mejorará la infraestructura vial de calles de la localidad, facilitando la accesibilidad vehicular, así como también brindando mejores condiciones de vida a sus pobladores.

### **1.3.4. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La ejecución del proyecto, además de proporcionar comodidad y seguridad en el desplazamiento de los pobladores y/o vehículos, sobre todo en épocas de lluvias; es necesario contar con un estudio de análisis a la pavimentación con propuestas viales adecuadas y necesarias, que den solución a la problemática antes mencionada. El presente proyecto es un documento técnico que podrá servir a sus autoridades en general para buscar el financiamiento y lograr así su ejecución.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

#### **2.1.1. INTERNACIONALES**

En la tesis de Ribas, A. y Sierra, C. (2016) titulada: “Aplicación y Comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la vía al Llano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa” – Bogotá - Colombia. Donde presenta como objetivos, el análisis, la evaluación y la comparación de las

metodologías VIZIR y PCI, estableciendo los diferentes tipos de fallas y estilos de medición, adoptadas en los países del exterior, las cuales han sido modificadas y calibradas para su ámbito local. En tal investigación, concluye que la metodología PCI es más completa, por la cual resulta de mayor complejidad ya que presenta variedad de fallas en el análisis. Por lo tanto se recomienda, la implementación de estos métodos con el fin de dar un diagnóstico del desempeño del pavimento y así lograr identificar e interpretar el estado en el que se encuentra, para con ello determinar el procedimiento o intervención que requiere la vía.

### **Aporte:**

El aporte más resaltante que se obtuvo de éste artículo para la investigación es el uso de la metodología más idóneo para pavimentos rígidos, es la metodología PCI la cual es la más completa ya que comprende minuciosamente todos los tipos de daños existentes y más comunes, con rangos que van desde una clasificación 0 para una superficie de pavimento fallada o deficiente hasta 100 que es un pavimento en excelentes condiciones.

### **2.1.2. NACIONALES**

- En el trabajo de pre grado correspondiente a Milton, C. (2018), denominado “Aplicación del método PCI para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida Chiclayo, José Leonardo Ortiz” En la cual plantea como objetivo, evaluar las condiciones del pavimento rígido de la avenida mencionada, teniendo las consideraciones del método PCI para lograr determinar la severidad e intensidad de deterioro en la estructura del pavimento de acuerdo a los daños presentados por las cargas móviles existentes y establecido por la norma ASTM D6433 – 03. Dicho documento concluye en que el pavimento presenta 7 tipos de fallas más comunes con

diferente intensidad, para lo cual es necesario realizar acciones correctivas y de mantenimiento, dependiendo de dicha intensidad de falla.

**Aporte:**

El aporte más importante que da a la presente investigación es la recomendación de las opciones de reparación para los tipos de falla más comunes como son las fisuras longitudinales y transversales, en donde es factible sellarlas con materiales compresibles como el silicón con el objetivo de evitar la infiltración de agua.

- En el trabajo investigativo de: Núñez, Y. (2018) “Propuesta de rehabilitación del pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota”. El desarrollo del trabajo propone objetivamente realizar una evaluación completa del pavimento rígido existente de la avenida Todos los Santos mediante los métodos VIZIR y PCI, para dar algunas alternativas de solución. En donde se logró determinar los siguientes resultados: El PCI promedio igual a 35.83, encontrándose entre el rango de (25-40) el cual nos indica que se encuentra en mal estado. Por lo expuesto concluye, proponiendo rehabilitar con sobre capas de refuerzo a dicho pavimento.

**Aporte:**

Uno de los puntos más resaltantes y rentables que se debe tomar en cuenta en pavimentos rígidos con vida útil ya culminada es la opción de reconstruir la totalidad del mismo. Otro punto a considerar en un diseño de pavimento rígido es la importancia de los factores ambientales como la intensidad de lluvia, temperatura y el estudio de tráfico.

- Según Granda, C. (2019) en su investigación: “Evaluación de la Condición del Pavimento Rígido por el Método PCI en

el Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco (2018)” propone cómo determinar la evaluación de la condición del pavimento rígido en vías urbanas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), proyecto desarrollado en el Anillo Vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco”. Plantea llegar a evaluar la condición del pavimento rígido por la metodología PCI, así como identificar el tipo de cada falla con mayor frecuencia y su severidad. También precisa la existencia de diversas metodologías para la evaluación de pavimentos, sin embargo no se ha implementado un método específico, en la cual se le dé importancia a estudios previos; siendo éstos, muy necesarios. Por consiguiente, la referida investigación concluye con una evaluación PCI de 32, donde refiere un pavimento de condiciones MALAS, identificando 18 diferentes tipos de fallas; en diversas intensidades; por motivo de un mantenimiento casi nulo.

**Aporte:**

La referida investigación, aporta a tomar en cuenta la importancia que es el diseño, la conservación y mantenimiento de las vías, ya cumplen una función esencial para el tránsito cómodo, eficiente y económico de los vehículos y/o personas; por otra parte, es importante también tratar las fallas con bajo nivel de severidad para prevenir un grado de severidad mayor.

**2.2. MARCO TEÓRICO**

**2.2.1. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

La evaluación del estado de un pavimento consiste en una primera instancia, la inspección ocular detallada de una falla, para luego realizar un análisis minucioso en el que presenta la especificación para dar paso a un dictamen y así evaluar su grado de severidad y sus opciones de reparación y/o mantenimiento con la finalidad de prolongar la operatividad de los pavimentos. Por es muy importante conocer a grandes rasgos las condiciones de los

pavimentos para lograr tomar las medidas necesarias objetivas en función al espacio y tiempo en el que se encuentre para dar soluciones a dichas problemáticas ya que los pavimentos están diseñados con la finalidad de dar seguridad y comodidad al momento de conducir.

## **2.2.2. TIPOS DE EVUALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

Existe diferentes metodologías para evaluar los pavimentos, independientemente del tipo debe aplicarse como tal, dentro de los más comerciales y utilizados se encuentran:

### **2.2.2.1. ASTM D 6433**

En la actualidad la metodología PCI cuenta con la designación de ASTM 6433 – 03, Esta normatividad (PCI) - Paviment Condition Index en sus siglas en inglés, sirve para representar las distintas fallas superficiales que se encuentran en los pavimentos flexibles y rígidos. Este método ha sido conveniente para la aplicación en esta investigación, debido a que se considera la más completa y de mayor diversidad al momento de analizar.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es denominada como la metodología más completa para la calificación y evaluación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de las formas para la investigación Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas.

Según ASTM D – 03, el PCI no se puede medir estructuralmente ni mucho menos tener una medición directa de deslizamiento, resistencia y/o rugosidad.

#### **➤ Pavement Condition Index (PCI)**

El método PCI, fue desarrollado por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, entre los años de 1974 a 1976, ejecutado por los

señores Starr Kohn, Michael Darter y Mohamed Shahin, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento en pavimentos rígidos y flexibles, a través del Pavement Condition Index (PCI). El PCI es un índice de valor numérico, que estima la condición del pavimento entre 0 (fallado o de mal estado) hasta 100 (en perfecto o buen estado). Los resultados se basan en la inspección visual del pavimento, registrando su nivel de deterioro, tipo, cantidad y severidad de cada daño existente. Provias Nacional (2011).

**Tabla N° 1. Rangos de Calificación PCI**

<b>RANGO NUMÉRICO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
100 – 85	<b>EXCELENTE</b>
85 – 70	<b>MUY BUENO</b>
70 – 55	<b>BUENO</b>
55 – 40	<b>REGULAR</b>
40 – 25	<b>MALO</b>
25 – 10	<b>MUY MALO</b>
10 – 0	<b>FALLADO</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

El cálculo del PCI se hace mediante un análisis estadístico de las fallas, observando la cantidad de fallas, nivel de severidad, iterando valores reducidos, etc. Al momento de terminar con el análisis, se procederá a ubicar el valor CDV más alto para luego reemplazar en su respectiva fórmula y así determinar el valor de PCI de la muestra analizada.

## PATOLOGIA DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS

En una forma más profunda y detallada, para el análisis superficial de los pavimentos deben tener en cuenta principalmente que durante su vida útil la estructura puede producir dos tipos de cambios: los según su forma (funcionales) y los físicos. La falla funcional es aquella que impide el libre tránsito de un vehículo, haciéndolo de forma incomoda o dificultosa y está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento. La falla estructural o física es aquella que directamente degrada la estructura del pavimento.

A continuación, se detallan los tipos de fallas presentes en los pavimentos de estructura rígida definidas en la Norma ASTM D6433-03, el cual enumera 19 tipos de fallas para pavimentos rígidos.

Según el manual hecho por, VÁSQUEZ, L. (2002) denominado “PCI para Pavimentos Asfálticos y de Concreto”, los tipos de fallas que presentan los pavimentos son:

### a) LEVANTAMIENTO/EXPLOSIONES (BLOWUP-BUCKLING)

Un levantamiento/explosión es aquella que se produce en una junta o grieta transversal. En una grieta, éste se contabiliza en una losa. En el caso de ocurrir en una junta, debería registrarse el daño en dos losas, debido a que éstas son las que se ven afectadas. La severidad puede ser diferente entre losas adyacentes.

- **Severidad:**
  - Bajo (B): Ocasiona una baja severidad de tránsito.
  - Medio (M): Ocasiona una mediana severidad de tránsito.
  - Alto (A): Ocasiona una alta severidad de tránsito.
- **Medición**

En una grieta de este tipo, un levantamiento se contabiliza como presente en un paño. Pero, si esto ocurre en una junta en donde afecta a dos losas, se cuenta el daño en

ambas losas. Cuando la severidad del levantamiento deja el pavimento no utilizable o inservible, este debe repararse de inmediato.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada. Parchar de manera profunda y parcial.
- Medio (M): Parchar de manera profunda.
- Alto (A): Parchar de manera profunda. Reemplazo total de losa.

***Imagen N°2. Falla por levantamiento o explosión de baja severidad.***



***Fuente: Estudio experimental: Dilatación explosiva de pavimentos de hormigón (Chile 2007)***

**b) GRIETA EN ESQUINA (CORNER BREAK)**

Este tipo de falla es aquella que es generada por un bloque en forma geométrica, generalmente se presenta en la intercepción de las juntas longitudinales y transversales, constituyendo un ángulo mayor a que  $45^\circ$ , con respecto a la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo varía entre 0.3 m y la mitad del ancho de la losa.

- **Severidad:**

- Bajo (B): Se la clasifica como de baja severidad si es menor a  $<13$  mm, en grietas de cualquier ancho con relleno; sin fallas.

El área entre el descanso y las juntas no está rajada o puede estar ligeramente rajada.

- Medio (M): Se clasifica como de severidad media, si el área entre la ruptura y las juntas, o ambas, tiene una grieta media. Una grieta de gravedad media es una grieta sin relleno mayor a  $> 13$  mm y menor a  $< 50$  mm, una grieta sin relleno. Con fallas  $< 10$  mm, o una grieta llena con fallas  $< 10$  mm.
- Alto (H): Se clasifica por una grieta de severidad alta si, el área entre la ruptura y las juntas, o ambas, está muy erosionada. Es de alta severidad sin relleno  $> 50$  mm de ancho, o cualquier grieta rellena o no llena con fallas  $> 10$  mm.

- **Medición**

Se registra el daño en una losa si tiene la grieta de esquina contiene más de una con gravedad particular, o si contiene grietas de distintas severidades. En el caso de dos o más grietas se debe tomar en cuenta la que presente mayor nivel de severidad. El ancho de ésta grieta debe medirse entre sus paredes internas, mas no entre el área saltada. Por ejemplo, si tenemos una losa con dos grietas de esquina, una de nivel bajo y la otra de nivel medio, entonces se debe tomar en cuenta la grieta de mediana severidad.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada. Sellar aquella grieta de más de 3mm.
- Medio (M): Sellar la grieta. Parchar de forma profunda.
- Alto (H): Parchar de manera profunda.

**Imagen N°3. Grieta de tipo Esquina de baja severidad**



**Fuente: Manual Para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos  
(Bogotá 2006)**

**c) LOSA TIPO DIVIDIDA (DIVIDED SLAB)**

Es aquella losa que se presenta dividida en 4 o más pedazos por causa del exceso de sobrecarga asentada en un punto del pavimento. Si todos los pedazos se localizan en una esquina, dicha falla se clasifica como grieta de esquina de severidad alta.

- **Severidad**

Se anotan según la siguiente tabla:

**Tabla N°2. Severidad de Losa Tipo Dividida**

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NÚMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	4 A 5	6 A 8	8 Ó MÁS
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	M	A

**Fuente: VÁSQUEZ, L. (2002) “PCI para pavimentos asfálticos y de  
concreto en carreteras”**

- **Medición**

Si tenemos una falla tipo losa dividida de nivel de severidad media o alta, no se cuenta otro tipo de falla por si lo existiere.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada. Sellado de grieta de más de 3mm.
- Medio (M): Rehabilitación de la losa.
- Alto (A): Rehabilitación de la losa.

***Imagen N° 4. Ejemplo de losa dividida de mediana severidad***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

**d) GRIETAS DE DURABILIDAD D (DURABILITY “D” CRACKING)**

El agrietamiento de tipo “D” es generado por la carencia de resistencia del concreto frente a efectos medioambientales, como por ejemplo los ciclos de tipo hielo-deshielo. Este tipo de fallas se caracteriza por presentar una serie de grietas que se presentan paralelamente a una junta o grieta longitudinal. Generalmente, las pequeñas grietas se acompañan por un color oscurecido de coloramiento. Eventualmente, este tipo de deterioros causa la desintegración del pavimento a una longitud de 30 a 60 cm de una grieta o junta.

- **Severidad**

- Bajo (B): Las grietas de durabilidad “D” cubren menos del 15% del área total de la losa. En su mayoría, las grietas están cerradas, pero presentan unas pocas piezas de las cuales pueden haberse desprendido.
- Medio (M): Existe una de las siguientes condiciones:
  - ✓ Las grietas de durabilidad “D” abarcan menos del 15% del área total de la losa. En su mayoría, los pedazos se han desprendido o podrían removerse con facilidad.
  - ✓ Las grietas de durabilidad “D” cubren más del 15% del área de la losa. En su mayoría, las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.
- Alto (A): Las grietas de durabilidad “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

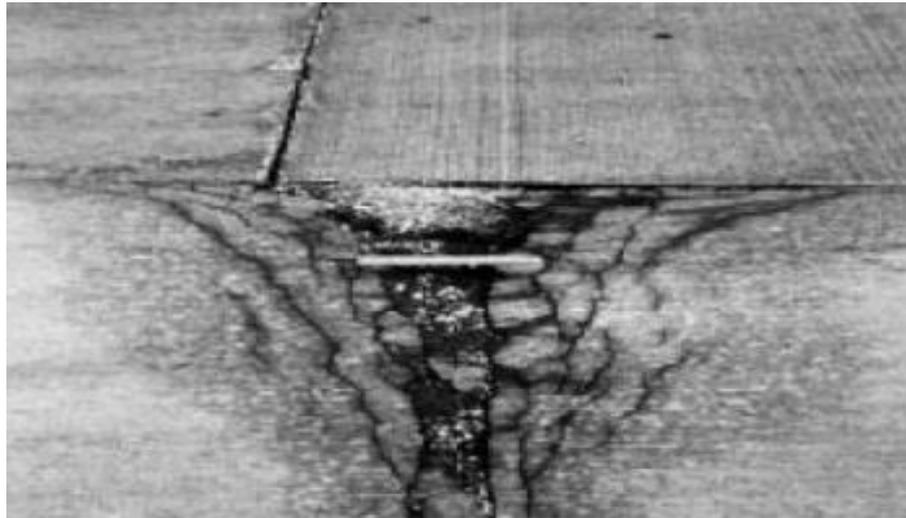
- **Medición**

Cuando este deterioro se detecta y registra el nivel de severidad, éste se contabiliza como una losa. Si se detecta en algún punto, una losa con más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el daño de severidad alta. Ejemplo, si se visualiza agrietamiento de durabilidad “D” de baja y media severidad en una losa, entonces se interpreta como una losa con severidad media solamente.

- **Reparaciones**

- Bajo (B): No se realiza nada.
- Medio (M): Parchar de forma profunda. Reconstrucción de juntas.
- Alto (A): Parchar de forma profunda. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de losa.

**Imagen N° 5. Falla de durabilidad de mediana severidad**



**Fuente: Granda, C. (2019).**

**e) ESCALA (FAULTING)**

Es aquella diferencia existente entre la altura en una junta o grieta ocasionada por un levantamiento. Entre alguna de las causas más continuas que la ocasionan son:

- 1) Asentamiento por presentar una fundación blanda.
- 2) Erosión del material existente debajo de la losa.
- 3) Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios medioambientales como la temperatura o la humedad.

- **Severidad**

**Tabla N°3. Nivel de Severidad**

<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Diferencia en elevación</b>
B	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
A	Mayor que 19 mm

**Fuente: Granda, C. (2019). Niveles de Severidad de Falla tipo Escala**

- **Medición**

Para este caso (escala), si se presenta una falla de este tipo entre dos losas, se considera como una sola losa. Debería utilizarse una barra recta o nivel para facilitar la

medición y así medir la altura entre las dos losas. El desnivel ocasionado por fallas en los procesos constructivos no está registrado en los procedimientos PCI. Donde se tiene este problema, de manera muy seguida puede notarse en el lado levantado de la junta en la losa que fue rodillada por la pavimentadora (usualmente a 150 mm de la junta) para detectar el desnivel con respecto a la losa más baja.

- **Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada. Fresado.
- Medio (M): Fresado.
- Alto (A): Fresado.

***Imagen N° 6 Falla de tipo Escala***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

**f) DETERIORO DEL SELLO DE JUNTA (JOINT SEAL DAMAGE)**

Es cualquier condición que permite la acumulación de material en las juntas o permite filtración de regular cantidad de agua. La acumulación de materiales extraños, dificulta que las losas puedan expandirse y se pueda producir alabeo, quiebre o levantamiento. Un sello de junta flexible adherido a los bordes de las losas protege las juntas de la acumulación de materiales y también previene la filtración de agua hacia abajo o de forma inversa,

deteriorando así las capas contiguas y suelo de fundación. Los perjuicios más comunes de sellos de juntas son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

- **Severidad**

- Bajo (B): El sellante de las juntas se presenta en condiciones óptimas en toda su sección. Su comportamiento es bueno, con solo daño menor.
- Medio (M): Si se presenta en condiciones regulares en toda la longitud de su sección, con alguno de los tipos de perjuicios que ocurre en un grado de moderación regular. El sellante requiere reemplazo en los próximos dos años.
- Alto (A): Está en una condición aparentemente buena, con algunos de los perjuicios mencionados arriba, presentándose de forma severa. El sellante requiere reemplazo inmediato.

- **Medición**

El perjuicio del sello no se cuenta de losa en losa, pero se registra como condición promedio presente en toda la unidad de muestreo.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada.
- Medio (M): Resellado de juntas.
- Alto (A): Resellado de juntas.

**Imagen N°7. Daño en el sello de junta de severidad media**



**Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)**

**g) DESNIVEL DE BERMA/CARRIL (LANE/SHOULDER DROP-OFF)**

Es aquel desnivel berma/carril existente entre el asentamiento o erosión de la berma y el filo del pavimento. La diferencia de niveles en la losa, podría ser una amenaza para la seguridad de la misma. No obstante, de la misma forma podría ser causada por la filtración de agua.

- **Severidad**

- Bajo (B): La diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma es de 25 mm a 51 mm.
- Medio (M): La diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma es de 51 mm a 102 mm.
- Alto (A): La diferencia de niveles entre el borde del pavimento es mayor que 102 mm.

- **Medición**

Se calcula sacando el promedio entre los desniveles mínimo y máximo a lo largo de la losa. Si tenemos una losa en donde se exhiba el daño, se mide de forma separada y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): Volver a nivelar y llenar las bermas para coincidir con el nivel del carril.
- Medio (M): Volver a nivelar y llenar las bermas para coincidir con el nivel del carril.
- Alto (A): Volver a nivelar y llenar las bermas para coincidir con el nivel del carril.

***Imagen N° 8. Desnivel en calzada de severidad media***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

**h) GRIETAS LINEALES (LINEAR CRACKING) (Grietas Longitudinales, diagonales y transversales)**

Este tipo de grietas son las más comunes en los pavimentos rígidos, que se presentan dividiendo a la losa en 2 o más secciones, originadas por la combinación de cargas generadas por el alto tránsito y por sus tensiones y contracciones presentes. Aquellas grietas lineales consideradas de severidad baja no son consideradas como un daño estructural de gran importancia. Aquellas grietas de

media o alta severidad son consideradas como daños estructurales importantes.

Las grietas de dirección transversal se presentan perpendiculares al eje de la vía, este tipo están presentes en todo tipo de pavimentos rígidos. Para el caso de las grietas longitudinales, generalmente son paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia (L) mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa.

- **Severidad**

***Para “Losas sin refuerzo”:***

- Bajo (B): Grietas no selladas con ancho menor que 12 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- Medio (M): Existe una de las siguientes condiciones:
  1. Grieta con ancho entre 12 mm y 51 mm.
  2. Grieta de cualquier ancho hasta 51 mm con escala menor que 10 mm.
  3. Grieta de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
- Alto (A): Presenta una de las siguientes condiciones:
  1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51 mm.
  2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10 mm.

***Para “Losas con refuerzo”:***

- Bajo (B): Grietas no selladas con ancho entre 3 mm y 25 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- Medio (M): Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25 mm y 76 mm y sin escala.
  2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76 mm con escala menor que 10 mm.
  3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10 mm
- Alto (A): Existe una de las siguientes condiciones:
1. Grieta no sellada de más de 76 mm de ancho.
  2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10 mm.

- **Medición**

Después de ya haber establecido la severidad de la grieta, el daño se registra como una losa. Si tenemos dos grietas de mediana severidad presentes en una losa, se contabiliza dicha losa como una losa con grieta de alta severidad. Aquellas losas donde encontremos cuatro o más pedazos se contabilizan como losa dividida. En el caso de que tengamos losas mayores a 9.10 m de longitud, se dividen en “losas” o secciones de igual longitud, que presentan juntas imaginarias para facilitar su análisis, siendo el caso se asumen que están en perfecta condición.

- **Reparación**

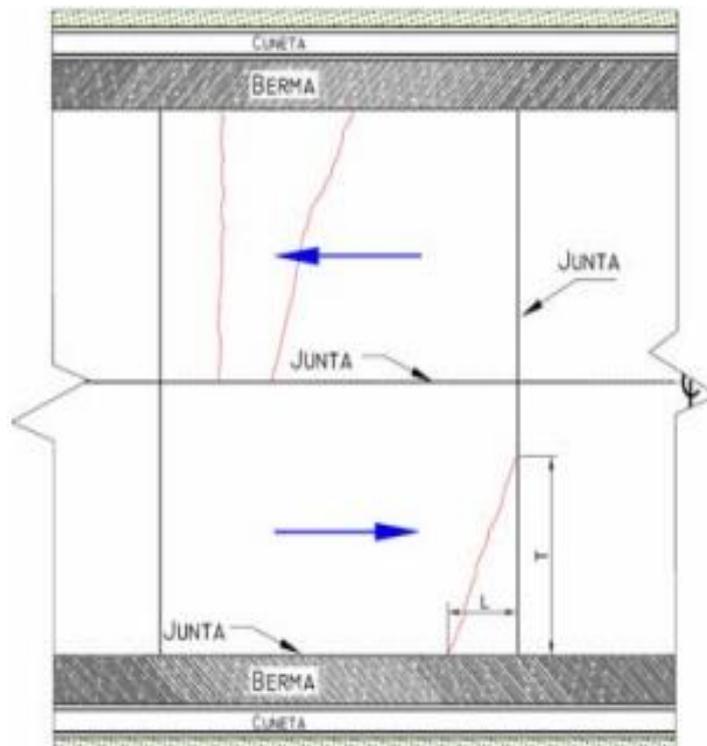
- Bajo (B): No se realiza nada. Sellado de las grietas más anchas que 3 mm.
- Medio (M): Sellado de grietas.
- Alto (A): Sellado de grietas. Parchar de manera profunda. Reemplazo total de la losa.

**Imagen N° 9. Grieta longitudinal**



**Fuente: Manual para la inspección Visual de Pavimentos Rígidos (2006)**

**Imagen N°10. Grieta transversal de severidad baja**



**Fuente: Manual para la inspección Visual de Pavimentos Rígidos (2006)**

## i) PARCHE GRANDE Y CORTES PARA INSTALACIONES (MAYOR A 0.45 M<sup>2</sup>)

Un parche es aquella área donde la sección del pavimento original por algún motivo, ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o diferente, para reparar el pavimento existente, también presentamos este tipo de parches para la subsanación de la excavación por motivos de instalación o de mantenimiento de servicios públicos. Aquellos tramos con parches presentes, disminuyen el nivel de servicio de la vía.

- **Severidad**

- Bajo (B): El parche funciona en buenas condiciones, con algún daño mínimo.
- Medio (M): El parche se presenta moderadamente deteriorado o descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.
- Alto (A): El parche tiene la superficie muy dañada. Su estado de deterioro exige un reemplazo inmediato.

- **Medición**

Cuando tengamos una losa con uno o más de un parche con el mismo tipo de severidad, entonces estamos frente a una losa que tiene ese daño. Si tenemos por ejemplo una única losa en donde tiene más de un nivel de severidad, entonces interpretamos a esa losa con el parche que presente el mayor nivel de severidad.

- **Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada.
- Medio (M): Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- Alto (A): Reemplazo del parche.

**Imagen N° 11. Parche grande con severidad media**



**Fuente: RUIZ, C. (2011)**

**j) PARCHE PEQUEÑO (MENOR A 0.45 M<sup>2</sup>)**

Es aquella superficie pequeña removida y reemplazada para hacer algún tipo de trabajo en particular.

- **Severidad**

- Bajo (B): Funcionamiento del parche en buenas condiciones, con muy poco deterioro.
- Medio (M): Cuando tenemos un parche con leves deterioros y con un regular funcionamiento. Se podría retirar el material del parche con un esfuerzo considerable.
- Alto (A): Cuando tenemos un parche con alto deterioro. Exige un reemplazo inmediato.

- **Medición**

Cuando tengamos una losa con la presencia de uno o más parches pequeños con el mismo tipo de severidad, entonces podemos aseverar que estamos con una losa con

presencia de ese daño. En el caso donde se registre distintos niveles de severidad en una misma losa, entonces se considera el parche con el más alto nivel de severidad

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada.
- Medio (M): No se realiza nada. Reemplazo de parche.
- Alto (A): Reemplazo inmediato del parche.

***Imagen N°12. Parche de pequeño tamaño con severidad alta***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

**k) PULIMENTO DE AGREGADOS (POLISHED AGGREGATE)**

Pérdida parcial o total de la textura superficial del pavimento que hace necesaria la fricción adecuada entre el neumático y dicho pavimento. Es aquella falla donde existe la pérdida de agregado grueso en la superficie del pavimento debido a la secuencial erosión de la superficie del pavimento causando una superficie con pequeñas cavidades.

- **Severidad**

No se registran grados de severidad. Pero, el grado de esta falla deberá ser realmente significativo para poder considerarlo como defectuoso.

- **Medición**

Aquella losa con presencia de agregado pulido, se considera como una losa.

- **Reparación**

- Bajo (B), Medio (M) y Alto (A): Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.

***Imagen N° 13. Pulimento de grado de severidad alta***



***Fuente: Ramírez, L. (2005). Pulimento de agregados empleado en capas de rodamiento.***

**I) DESPRENDIMIENTO POR DISGREGACIÓN DE ÁRIDOS (POPOUTS)**

Un desprendimiento o popout es aquella sección desprendida del área superficial del pavimento, por consecuencia de la acción combinada del ciclo hielo-deshielo y la presencia de áridos expansivos. Este tipo de falla tiene un rango que va desde los 25 a 100 mm de diámetro y entre 13 y 51 mm de profundidad

- **Severidad**

No se registran niveles de severidad. Pero sin embargo el popout debe ser extenso antes que se registre como un

daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente 3 por m<sup>2</sup> en toda el área de la losa.

- **Medición**

Debe tomarse la medida de la densidad del daño. Si hay dudas respecto de si el promedio es mayor a tres popouts por m<sup>2</sup>, se deben chequear aleatoriamente al menos tres áreas

- **Opciones de Reparación**

➤ Bajo (B), Medio (M) y Alto (A): No se realiza nada.

**Imagen N° 14. Falla de Desprendimiento por disgregación de áridos**



**Fuente: Types of Concrete Deterioration. Paviment Maintenance, Inc.(2010).**

**m) BOMBEO (PUMPING)**

Es aquella cuando se presentan expulsiones de finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión (con presencia de agua), se origina por deflexión existente en la losa ante el paso de carga. Sabiendo que el agua es expulsada, el agregado del pavimento que sale junto con el agua causa la pérdida sistemática del soporte de las capas de pavimento subyacentes.

- **Severidad**

Es suficiente indicar la existencia de esta falla ya que no se definen los grados de severidad.

- **Medición**

Se miden de la siguiente manera: si existe bombeo entre dos losas se cuenta como dos losas. Sin embargo, si las juntas contiguas también presentan bombeo, se adiciona una losa por cada una de ellas (juntas).

- **Reparación**

- Bajo (B), Medio (M) y Alto (A): Sellar las grietas y juntas. Renovación de la transferencia de cargas.

***Imagen N°15. Falla por bombeo***



***Fuente: (Catálogo de Fallas – 2016) Identificación de fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación***

#### **n) PUNZONAMIENTO (PUNCHOUT)**

El punzonamiento es aquel daño localizado en un área de la losa rota en pedazos. Toma muchas figuras y formas distintas, pero, generalmente, se define por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, casi siempre con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor no adecuado de la losa, la pérdida de nivel de soporte de la fundación donde se construyó la losa o una deficiencia localizada de fabricación del concreto.

- **Severidad**

**Tabla N°4. Grados de severidad: H(alto), M(medio) y L(bajo)**

Severidad de la Mayoría de las Grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
B	B	B	Más de 5
M	B	M	A
A	M	H	A

**Fuente: Vásquez, L. (2002).**

- **Medición**

Si tenemos una losa con uno o más punzonamientos, se considera predominante la falla con la severidad mayor.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada. Sellado de grietas.
- Medio (M): Parchar de manera profunda.
- Alto (A): Parchar de manera profunda

**Imagen N°16. Falla por punzonamiento con severidad alta.**



**Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)**

**o) CRUCE EN VIA FÉRREA (RAILROAD CROSSING)**

Son aquellos abultamientos localizados alrededor de los rieles en los cruces de éstos.

- **Severidad**

- Bajo (B): El cruce en la vía férrea ocasiona la baja severidad en el tránsito.
- Medio (M): El cruce en la vía férrea produce una calidad de severidad media en el tránsito.
- Alto (A): El cruce en la vía férrea produce una calidad de severidad alta en el tránsito.

- **Medición**

Se contabiliza el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Si existiera algún tipo de abultamiento producido por los rieles en alguna ubicación, debe contarse como parte del cruce.

- **Opciones de Reparación**

- Bajo (B): No se realiza nada.
- Medio (M): Parchar de manera parcial en la aproximación al cruce. Reconstrucción del cruce.
- Alto (A): Parchar de manera parcial en la aproximación al cruce. Reconstrucción del cruce.

***Imagen N°17. Cruce de vía férrea de severidad baja.***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

## o) DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO (SCALING, MAP CRACKING, CRAZING)

El agrietamiento tipo mapa o craquelado hace referencia a una cantidad específica de grietas superficiales. Usualmente, las grietas de este tipo suelen interceptarse en ángulos que forman 120 grados. Casi siempre, este tipo de daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado de la losa y puede producir el descamado, que es aquella rotura en la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6 mm a 13 mm. El descamado también puede ser ocasionado por la mala construcción y por agregados de mala calidad.

- **Severidad**

**Tabla N°5. Severidad de Falla por Desconchamiento**

Severidad	Descripción de nivel
<b>Baja (B)</b>	Generalmente se presenta en la mayor parte del área de la losa, con una superficie de buena calidad y un mínimo descamado.
<b>Media (M)</b>	La losa se presenta parcialmente descamada, menos del 15 % de losa afectada.
<b>Alta (A)</b>	La losa se presenta descamada, la losa se presenta con un porcentaje mayor al 15% de su área.

**Fuente: Elaboración Propia**

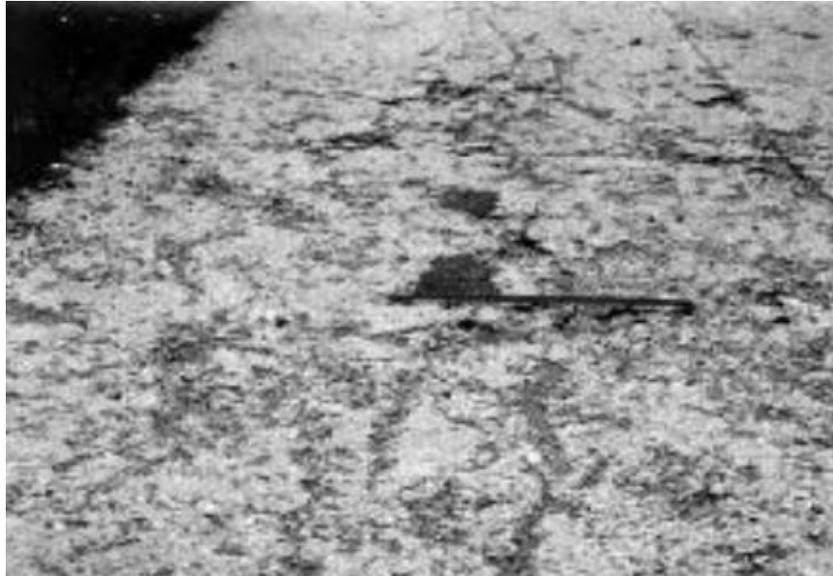
- **Medición**

Si tenemos más de dos grados de severidad en una misma losa, se contabiliza aquella losa que presente el nivel de severidad mayor. Por ejemplo, si tenemos una losa de agrietamiento tipo mapeo de severidad baja y en la misma losa ubicamos un descascamiento de severidad media, entonces predominaría el descascamiento de severidad media. Si en el análisis ubicamos un agrietamiento de tipo "D", no se cuenta el descascamiento.

- **Opciones de Reparación**

- Baja (B): No se realiza nada.
- Medio (M): No se realiza nada. Posible reemplazo de la losa.
- Alto (A): Parchar de manera profunda o parcial. Cambio total de la losa.

***Imagen N°18. Agrietamiento de tipo mapeo de alta severidad***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

**p) GRIETAS DE RETRACCIÓN (SHRINKAGE CRACKS)**

Son aquellas fisuras que solo se limitan a la superficie del pavimento. Generalmente, aquellas grietas con mayores dimensiones se proyectan en sentido longitudinal al eje y a su vez se encuentran interconectadas por grietas más pequeñas distribuidas en forma aleatoria.

- **Severidad**

No se especifica niveles de severidad. Es suficiente especificar que se encuentran presentes en nuestra unidad de muestra.

- **Medición**

Si tenemos una o más grietas de retracción existentes en nuestra muestra, se considera simplemente con una losa con presencia de grietas de retracción.

- **Opciones de Reparación**

Bajo (B), Medio (M) y Alto (A): No se realiza nada.

**Imagen N°19. Agrietamiento de tipo de grieta retracción**



**Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)**

**q) DESCASCARAMIENTO EN ESQUINA (SPALLING, CORNER)**

Es aquella rotura de la losa que se encuentra a 60 cm de la esquina. Un descascaramiento en esquina es muy diferente a la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente se profundiza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor a 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

- **Severidad**

**Tabla N°6. Grados de severidad de descascaramiento**

Profundidad del Descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x127.0 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

**Fuente: Vásquez, L. (2002). "PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras"**

- **Medición**

Si tenemos una losa con presencia de una o más fallas por descascaramiento con el igual nivel de severidad, la losa se considera como una losa con descascaramiento de esquina. Si en el análisis correspondiente, ubicamos una losa con descascaramiento con distintos grados de severidad, se contabiliza aquel nivel de descascaramiento mayor.

- **Opciones de Reparación**

- Baja (B): No se realiza nada.
- Media (M): Parchar de manera parcial.
- Alta (A): Parchar de manera parcial.

***Imagen N°20. Descascaramiento en esquina de severidad alta.***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

**r) DESCASCARAMIENTO DE JUNTA (SPALLING, JOINT)**

Falla por descascaramiento de junta, es aquella rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad aproximada de 5 a 15 mm, por causa del desprendimiento de trozos pequeños de concreto.

Es aquella falla en los bordes de la losa en los 60 cm de la junta. Casi siempre no se prolonga en dirección vertical a través de la losa, si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Excesivos esfuerzos en la junta, que son ocasionados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles en la losa.
2. Concreto deficiente en la losa por el exceso de manipulación del mismo.

- **Severidad**

**Tabla N°7. Grados de severidad para descascaramiento de junta**

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 m	> 0.60 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 descascaramiento 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	H

**Fuente: Vásquez, L. (2002). "PCI para pavimentos asfáltico y de concreto en carreteras"**

- **Medición**

Si falla por descascaramiento de junta se desencadena a lo largo de la longitud del borde de una losa, esta se considera como una losa con falla por descascaramiento de junta.

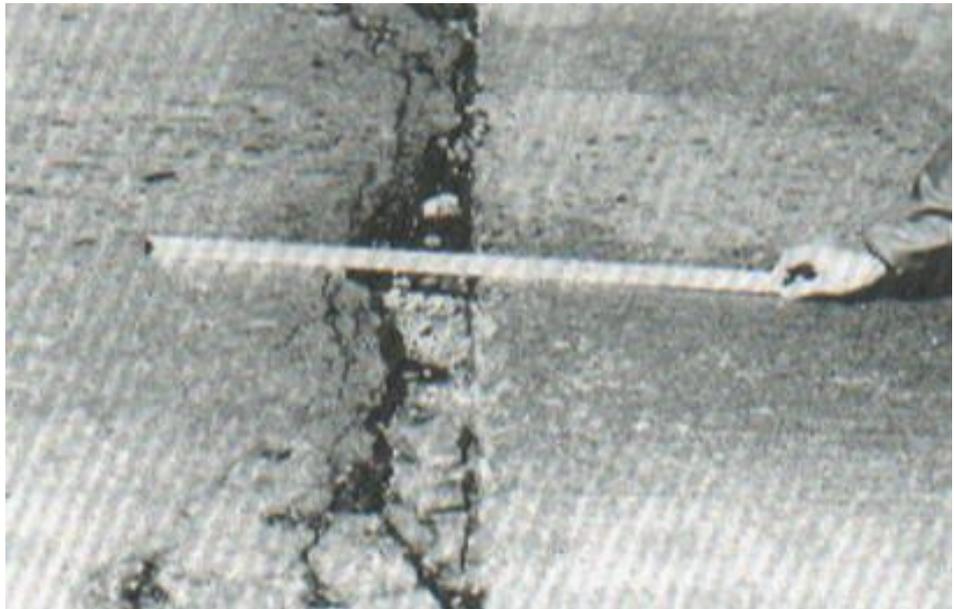
Si existe un descascaramiento de distintos grados de severidad en más de un borde en la misma losa, el borde que

presente el mayor grado de severidad se cuenta y se registra como tal. Si tenemos el caso de que el descascaramiento se de a lo largo de los bordes de dos losas contiguas adyacentes, cada losa se cuenta como un descascaramiento de junta por separado.

- **Opciones de Reparación**

- Baja (B): No se realiza nada.
- Media (M): Parchar de manera parcial.
- Alta (A): Parchar de manera parcial. Reconstrucción de la junta.

***Imagen N° 21. Grieta por descascaramiento de junta.***



***Fuente: SHAHIN, M. (USA-1994)***

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

### PAVIMENTOS

(MTC – PERU 2013)

“En ingeniería, pavimento es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial, están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas”.

Es aquella capa que está constituida por una o más capas de algún tipo de material endurecido que soporta el peso del libre transporte usuarios, el pavimento puede ser revestido con diferentes materiales como madera, piedra o cemento.

### PAVIMENTO RÍGIDO

(MTC - PERÚ, 2013)

“Los pavimentos típicamente rígidos, son los de concreto. Estos pavimentos difieren mucho de los de tipo flexible. Los pavimentos de concreto reciben la carga de los vehículos y la reparten a un área de la sub-rasante. La losa por su alta rigidez y alto módulo elástico, tiene un comportamiento de elemento estructural de viga.

Ella absorbe prácticamente toda la carga. Estos pavimentos han tenido un desarrollo bastante dinámico. De acuerdo al adelanto tecnológico y científico correspondiente a la estructura de concreto”.

#### ***Imagen N° 22. Sección transversal de un Pavimento Rígido***



***Fuente: Cámara de comercio del cemento, 2014***

Son aquellos pavimentos que básicamente están compuestos por una capa de concreto hidráulico apoyado sobre una capa de terreno de algún tipo de material adecuado según el diseño, el cual se le llama sub base y que, debido a la rigidez del concreto, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia de la losa.

Además, como el concreto es experimentalmente capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub rasante.

### **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c$**

(MTC - PERÚ, 2013)

“Cuando se habla de la resistencia del concreto, generalmente hace referencia a la resistencia a compresión del concreto endurecido, la etapa de endurecimiento inicia con el fraguado final del concreto y prosigue en el tiempo dependiendo totalmente de las condiciones de curado del material. Normalmente la resistencia del concreto se evalúa a los 28 días, sin embargo, esta evaluación se puede hacer a diferentes edades según la conveniencia de monitorear la ganancia en resistencia”.

### **SUPERFICIE DE RODADURA**

Es aquella parte de una vía, destinada a la circulación de los vehículos y/o personas, compuesta por un solo carril o varios. Su diseño (ancho, espesor, etc) estará sujeto en función a las previsiones y composición del tráfico existente.

### **CONCRETO**

(COREA Y ASOCIADOS SA, CORASCO, 2008)

“El concreto es el producto resultante de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento, arena, grava o piedra machacada y agua) que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales”.

## **DILATACIÓN**

(COREA Y ASOCIADOS SA, CORASCO, 2008)

“En términos generales el término dilatación supone el ensanchamiento, el alargamiento o aumento de tamaño de alguna cuestión o cosa, en tanto, el mismo, ostenta una especial utilización en varios contextos diferentes, pero siempre respetando su significado más general”.

## **CONTRACCIÓN**

(COREA Y ASOCIADOS SA, CORASCO, 2008)

“La definición específica del término contracción es aquella que significa el encogimiento de algo. Esta definición puede ser, entonces, aplicada a diversas situaciones o fenómenos que pueden ser muy diferentes entre sí pero que tienen en común, justamente, el acto de encogimiento”.

## **EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE**

La evaluación de un pavimento existente es aquella que consiste en calcular de manera objetiva, los daños superficiales existentes ocasionados por distintas causas. Asimismo, tiene por objeto establecer un diagnóstico específico que permita seleccionar y proyectar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos analizados homogéneamente en que puede dividirse la carretera o vía en estudio.

## **FALLA SUPERFICIAL**

(MONTEJO 2006)

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

## **GRIETA**

Es aquella abertura de forma alargada y angosta generada u ocasionado por esfuerzos físicos (contracción o tracción) en una superficie que tienen lugar a ser perjudiciales estructuralmente.

## **FISURA**

Son aquellas roturas que aparecen en la parte superficial del concreto provocada por las distintas fuerzas tensionantes mayores a la de la resistencia del concreto.

## **JUNTA**

Es aquella sección de un pavimento que controla las deformaciones generadas por los cambios de temperatura y por la humedad.

## **LOSA DE CONCRETO**

Es aquella estructura fabricada de concreto que puede ser armado o simple, que se construye con la finalidad de soportar una carga, ya sea viva o muerta.

## **PARCHEO**

Es aquella reparación parcial que se le da a una sección del pavimento donde presenta algún daño previamente evaluado.

## **REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO**

Es aquella restauración que se le da al pavimento con la finalidad de prolongar su vida útil operativa, mejorando su rendimiento y durabilidad.

## **MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO**

(IAG – 2014)

Se puede definir como el cuidado que se le da a la vía, de tal forma que el pavimento conserve sus características geométricas y estructurales especificadas en el diseño y construcción inicial.

## **GRADO DE SEVERIDAD**

Nivel de daño presente en un pavimento, especificado según su tipo, el cual es medido para obtener su grado de severidad y así poder clasificarlo según su respectivo análisis.

## 2.4. HIPÓTESIS

En la superficie del pavimento existente, se visualiza que la mayor parte se encuentra colapsada, por lo que se requiere analizar mediante el método PCI, las fallas encontradas ya que probablemente ello implique la reconstrucción de las vías que aparentemente su vida útil ha concluido.

## 2.5. VARIABLES E INDICADORES

*Tabla N°8 Operacionalización de Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Independiente:</b> Evaluación por el Método (PCI)	Procedimiento para la evaluación y calificación objetiva de un pavimento.	Parámetros de Evaluación	Analizar e identificar la falla que presenta mediante el estudio: - Nivel de severidad - Tipos de Fallas - Evaluación de Condición del pavimento
		Índice condición	de - Determinar el PCI

*Fuente: Elaboración Propia*

## III. METODOLOGÍA EMPLEADA

### 3.1. LOCALIZACIÓN

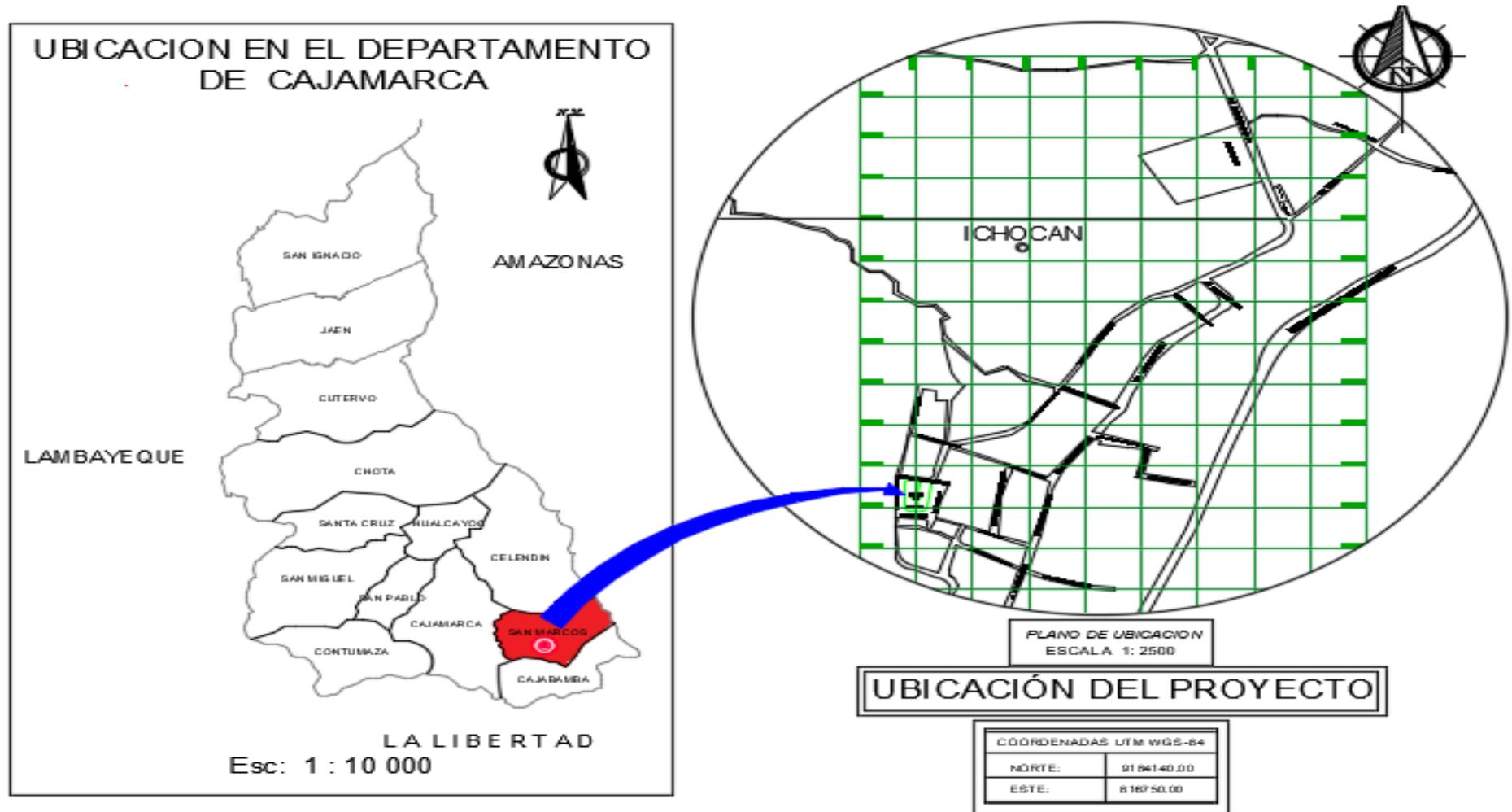
Dicha investigación se desarrollará en el distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos, Región Cajamarca.

REGIÓN	:	Cajamarca
DEPARTAMENTO	:	Cajamarca
PROVINCIA	:	San Marcos
DISTRITO	:	Ichocán
ZONA	:	Área urbana de la ciudad
ALTITUD	:	2,596 msnm
LATITUD	:	7° 21' 57" latitud sur
LONGITUD	:	78° 7' 42" longitud occidental

El Distrito de ICHOCAN: fue creado mediante Ley 23508, con una superficie de: 76, 11 km<sup>2</sup>, y una Densidad de Población de 45.69 hab. /Km<sup>2</sup>. Tal lugar, se encuentra ubicado a 75 Km de la ciudad de Cajamarca. El acceso principal es mediante la carretera Longitudinal que une las provincias de Cajamarca - Cajabamba, ahora ya pavimentada.

Esta vía atraviesa la zona urbana del distrito y constituye la principal vía para el traslado de las personas y mercancías, principalmente hacia los mercados de las Provincias de Cajabamba y de San Marcos.

Imagen N°23. Ubicación del Distrito de Ichocán



Fuente : Elaboración Propia (AutoCAD 2019)

### 3.2. POBLACIÓN

El distrito cuenta con 12 calles en total, de las cuales solo tomaremos 8 que serían las principales y las que se encuentran en estado deficiente, con un total de 2,128 m lineales de pavimento rígido. Las calles para evaluar son las siguientes:

**Tabla N° 9 Distribución de Calles**

<b>NOMBRE</b>	<b>DIMENSIÓN (m)</b>
Av. Gonzales Prada	776
Jr. Manco Cápac	162
Jr. Bolívar	184
Jr. Plaza de Armas	33
Jr. Sucre	145
Jr. Raymondi	299
Jr. Atahualpa	385
Jr. Huayna Cápac	144

**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.3. MUESTRA

Se evaluaron todas las calles mencionadas en la tabla N°9, recolectando datos por cada calle, principalmente en los puntos más críticos y con mayor deficiencia de calidad de losa – pavimento. Dicho pavimento existente cuenta con una antigüedad de 45 años aproximadamente, con algunas reparaciones muy escasas y eventuales.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para este caso se usó el Formato de Evaluación PCI-02 como formato para la recolección de datos, el cual fue diseñado en base a la denominación de la Norma ASTM D 6433-03, con algunas modificaciones acorde a la realidad de nuestra investigación.

#### 3.4.1. Materiales y Equipos

- Un cuaderno para la anotación de medidas y observaciones.
- Hojas para registro de la recolección de datos (Formato ASTM D 6433-03)

- Manual de daños PCI para la evaluación de pavimentos con superficie de concreto.
- Wincha para la medición de las longitudes y áreas de estudio.
- Cámara fotográfica para evidenciar el trabajo de campo.

### 3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

#### 3.5.1. Análisis e Interpretación de Manual

Para la aplicación del método PCI para concretos rígido, primero debemos tener en cuenta algunas recomendaciones, para lo cual a continuación iremos explicando de manera detallada:

- 1º Identificamos las losas más deterioradas por cada calle existente, realizando un recorrido general.
- 2º Empezamos midiendo el ancho operativo de calzada de cada calle, teniendo una longitud de 5.5 m promedio, para luego proceder a analizar las unidades de muestreo estipulado en el Manual PCI para pavimentos de concreto en carreteras.
  - a. Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m. El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de **20 ± 8 losas**.

**Tabla N°10. Longitud para Unidades de Muestra**

Ancho de calzada (m)	Longitud máxima de la unidad de muestreo (m)
5.0	46
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

**Fuente: Vásquez, L. (2002).**

Según el ítem “a.”, para nuestro ancho operativo de 5.5 m promedio, nos corresponde analizar un mínimo de 8 losas y un máximo de 20. Para nuestro caso como contamos con una totalidad de 12 calles, de las cuales 8 son principales y hemos creído conveniente analizar el mínimo **(8 muestras)**, según sea el caso, de las cuales serán analizados los tramos con mayor deficiencia.

3º Determinar las Unidades de Muestreo para Evaluación:

Utilizaremos la siguiente fórmula para determinar la cantidad de unidades, debido a que tenemos calles extensas y una gran cantidad por analizar; PCI nos sugiere utilizar la siguiente fórmula:

**Fórmula N°1. Para la determinación de las unidades de muestreo para evaluación**

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

**Fuente: Vásquez, L. (2002).**

**Donde:**

**N** = Número total de unidades de muestro en la sección del pavimento especificado en el análisis del ítem “b.”.

**n** = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

**σ** = Desviación estándar del PCI entre las unidades (pavimento de concreto  $\sigma = 15$ )

$$n = \frac{8 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (8 - 1) + 15^2} = 7$$

*Nota: Éste número de unidades de muestreo “n” será el mismo para todas las calles evaluadas, puesto que el número total de unidades es 8 en todos los casos.*

4º Para la selección de las unidades de muestreo para inspección hacemos lo siguiente:

Al contar con un resultado mayor a 5, según el manual, se procede a realizar el análisis de todas las unidades donde utilizaremos la selección de muestreo para su inspección aleatoria con la siguiente fórmula:

**Fórmula N° 2. Selección de las unidades de muestreo para inspección.**

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

**Fuente: Fuente: Vásquez, L. (2002).**

**Donde:**

i = Intervalo de muestro, se redondea al número entero inferior.

N = Número total de unidades de muestreo disponible.

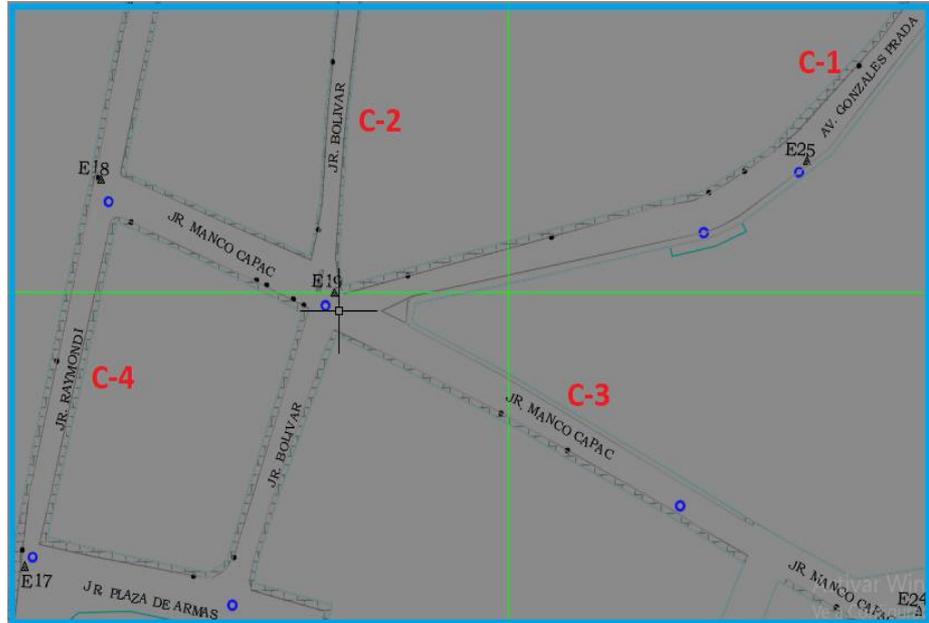
n = Número mínimo de unidades para evaluar.

$$i = \frac{8}{7} = 1.143 \sim 1$$

Al comenzar éste método al azar nos damos cuenta que el valor de “i” es 1, por lo tanto, tendremos que analizar todas las 8 muestras.

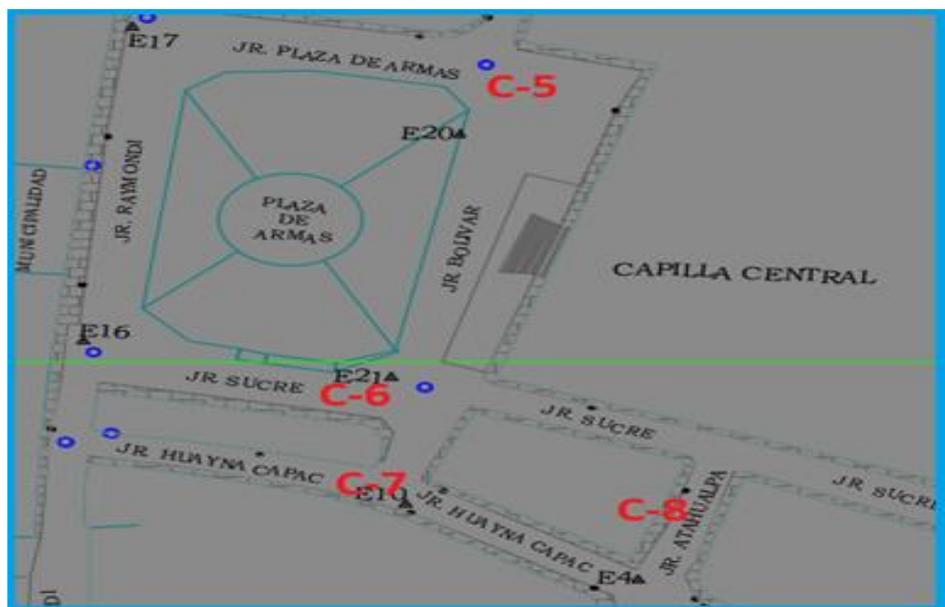
5º La distribución de las calles regirá el siguiente orden con su respectiva nomenclatura para poder tener orden en el análisis.

**Imagen N°24. Distribución de calles A**



**Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)**

**Imagen N°25. Distribución de calles B**



**Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)**

6º El formato a llenar y seguir en la investigación es el siguiente:

**Imagen N°26. Formato para llenado de datos.**

**INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
 PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**  
 LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR OCHOA  
 CIENCIA ET HUMANITAS  
 m2

**I. DATOS GENERALES**

Nombre del Investigador : URRUNAGA PAREDES, EDER

Código:

Fecha: Área Total : m2

**II. CODIGOS DE FALLA (B,M,A)**

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Levantamiento / Explosiones	31	Pulimento de Agregados (B,M,A)
22	Grieta en Esquina	32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos (B,M,A)
23	Losa Dividida	33	Bombeo (B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)
26	Detetioro del Sello de Junta	36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado
27	Desnivel de Carril / Berma	37	Grietas de Retracción B
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)	38	Descascamiento de Esquina
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m2)	39	Descascamiento de Junta
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m2)		

**ESQUEMA**

**III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN**

Número de Losas: \_\_\_\_\_

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	V. Deducido
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
<b>TOTAL VD</b>					

Número de deducidos (q) = \_\_\_\_\_  
 Valor del deducido mas alto (HDVi) = \_\_\_\_\_  
 Número admisible de deducidos (mi)= \_\_\_\_\_

**\* Mayor a 2q**

$$mi = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HVDi)$$

**\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido**

**IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**

N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL(VDT)	q	CDV
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

**\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV) MÁXIMO CDV**

**V. RESULTADOS**

PCI = 100 - MÁX. CDV

<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100 - 85</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>85 - 70</td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>70 - 55</td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>55 - 40</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>40 - 25</td><td>Malo</td></tr> <tr><td>25 - 10</td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>10 - 0</td><td>Fallado</td></tr> </tbody> </table>	Rango	Clasificación	100 - 85	Excelente	85 - 70	Muy Bueno	70 - 55	Bueno	55 - 40	Regular	40 - 25	Malo	25 - 10	Muy Malo	10 - 0	Fallado
Rango	Clasificación																
100 - 85	Excelente																
85 - 70	Muy Bueno																
70 - 55	Bueno																
55 - 40	Regular																
40 - 25	Malo																
25 - 10	Muy Malo																
10 - 0	Fallado																

**Fuente: Formato PCI-02 ASTM D 6433. Evaluación para la condición de muestreo (con algunas modificaciones propias)**

7° Para acelerar nuestro trabajo en el análisis de fallas, nos basaremos en la siguiente hoja de resumen del manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento portland.

**Tabla N°11 Resumen del manual de daños en vías de superficie de concreto**

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS	CÓDIGO DE LA FALLA	RANGOS DE MEDICION / NIVELES DE SEVERIDAD		
		LEVE (L)	MEDIANA (M)	ALTA (H)
Blowup / Buckling	21	sin medición (S/M)	S/M	S/M
Grieta de Esquina	22	S/M	S/M	S/M
Losa Dividida	23	4 - 5 pedazos	6 - 8 pedazos	> a 8 pedazos
Grieta de Durabilidad "D"	24	< 15% área de la losa	> 15% área de la losa / no se desprende	> 15% área de la losa / se desprende
Escala	25	3 - 10 mm	10 - 19 mm	> 19 mm
Daño de Sello de la Junta	26	S/M	S/M	S/M
Desnivel Carril / Berma	27	25 - 51 mm	51 - 102 mm	> 102 mm
Grietas Lineales (G.Longitudinales, Lineales y diagonales)	28	< 12 mm	12 -51 mm	> 51 mm
Parcheo grande (mayor a 0.45 m2)	29	el parche funciona bien	parche deteriorado	parche dañado
Parcheo pequeño (menor a 0.45 m2)	30	el parche funciona bien	parche deteriorado	parche dañado
Pulimento de Agregados	31	S/M	S/M	S/M
Popouts	32	< 25 mm	25 - 102 mm	> 102 mm
Bombeo	33	S/M	S/M	S/M
Punzonamiento	34	2 - 3 pedazos	4 - 5 pedazos	> a 5 pedazos
Cruce de Vía Férrea	35	S/M	S/M	S/M
Desconchamiento, Mapa de Grietas Craquelado	36	solo se visualiza	< 15% área de la losa	>15% área de la losa
Grietas de Retracción	37	S/M	S/M	S/M
Descascaramiento de Esquina	38	profundidad < 25 mm	profundidad (25 - 51) mm	profundidad > 51 mm
Descascaramiento de Junta	39	< (ancho 102 mm/largo 600 mm)	entre ancho 102 mm/largo 600 mm	>(ancho 102 mm/largo 600 mm)

**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots" (2005)**

8° Para el cálculo del PCI se sigue el siguiente procedimiento:

Cálculo para Valores Deducidos

- ✓ Se contabiliza las cantidades de losas que presenta algún tipo de falla con su respectivo nivel de severidad.
- ✓ Se divide el número de losas contabilizado en el ítem anterior y el número de losas de la unidad multiplicado por 100(%). Este valor seria la densidad por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

- ✓ Luego procedemos a determinar los valores deducidos para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la tabla de valores deducidos para daños.

Cálculo para el Número Admisible Máximo de Deducidos(m)

**Fórmula N° 3. Número máximo admisible de valores deducidos**

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

**Fuente: Fuente: Vásquez, L. (2002).**

**Donde:**

*m* = Número máximo admisible de valores deducidos.

HDV = Mayor valor deducido individual

- ✓ El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

**Tabla N°12 Formato para las iteraciones del valor deducido corregido CDV**

PAVEMENT CONDITION INDEX  
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

No.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1												
2												
3												
4												

**Fuente: Vásquez, L. (2002)**

- Determinar el número de valores deducidos q, mayores que 2.
- Listar los valores deducidos de mayor a menor y determinar el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales (VDT), (ver tabla N°12)
- Determinar el CDV con q y el valor deducido total en la curva de corrección.
- Ubicar el mayor valor deducido corregido (CDV), y aplicar la fórmula PCI.

- e) Con el valor obtenido, ubicar en los rangos de clasificación PCI.

### 3.5.2. Procesamientos de Datos

Nuestro análisis se hará por cada calle y con su debido orden. Por criterio propio, se tomaron las cuadras con mayor deterioro de pavimento, además debido a que el ancho de las calles varía, se tomara el ancho promedio de la losa.

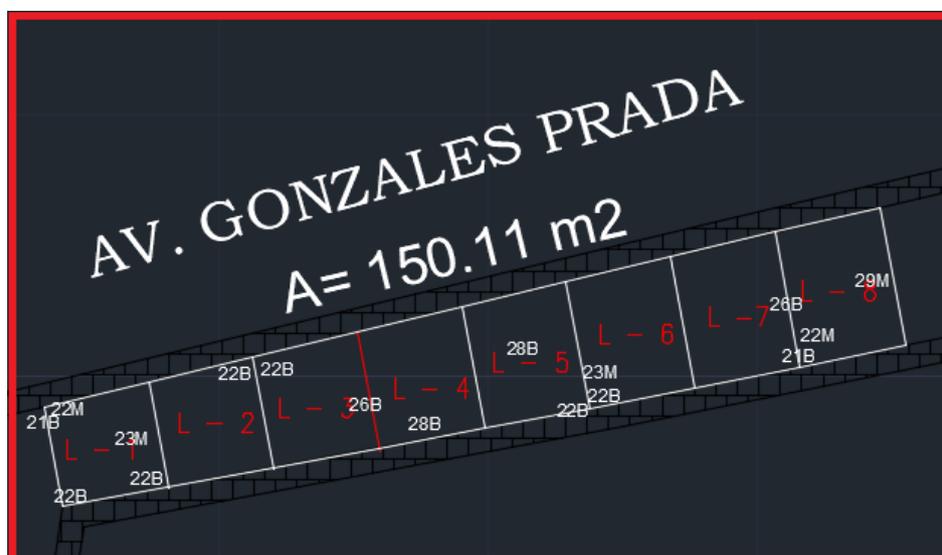
- **Av. Gonzáles Prada**

*Imagen N°27 Av. Gonzáles Prada*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen N°28 División de Losas para el Análisis*



*Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)*

## Imagen N°29 Análisis de Datos – Av. Gonzáles Prada

### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

#### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



#### I. DATOS GENERALES

Nombre del Investigador: URRUNAGA PAREDES, EDER

Código: Av. Gonzáles Prada

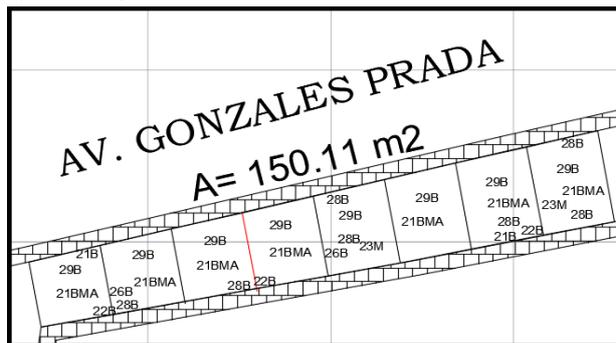
Fecha: Lunes 10 de Junio del 2019

Área Total : 150.11 m<sup>2</sup>

#### II. CODIGOS DE FALLA

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA (B,M,A)	CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA (B,M,A)
21	Levantamiento / Explosiones	31	Pulimento de Agregados (B,M,A)
22	Grieta en Esquina	32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos (B,M,A)
23	Losa Dividida	33	Bombeo (B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)
26	Detetioro del Sello de Junta	36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado
27	Desnivel de Carril / Berma	37	Grietas de Retracción B
28	Grietas Lineales (Long., Trav., Diagonales)	38	Descascaramiento de Esquina
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )	39	Descascaramiento de Junta
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )		

#### ESQUEMA



#### III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN

Número de Losas: 8

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	V. Deducido
1	21	B	2	25	19.00
2	22	B	3	37.5	29.20
3	23	M	2	25	37.90
4	26	B	2	25	2.00
5	28	B	7	87.5	23.10
6	29	B	8	100	28.40
7	31	B,M,A	7	87.5	9.20
				<b>TOTAL VD</b>	<b>148.80</b>

Número de deducidos (q) = 7.00 **Mayor a 2q**  
 Valor del deducido mas alto (HDVi) = 37.90  
 Número admisible de deducidos (mi) = 6.7031

$$mi = 1.00 + \frac{q(100 - HDVi)}{98}$$

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

#### IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL(VDT)	q	CDV
1	37.90	29.20	28.40	23.10	19.00	9.20	2.00	148.80	7	69.64
2	37.90	29.20	28.40	23.10	19.00	9.20	2.00	148.80	6	71.52
3	37.90	29.20	28.40	23.10	19.00	2.00	2.00	141.60	5	57.80
4	37.90	29.20	28.40	23.10	2.00	2.00	2.00	124.60	4	70.30
5	37.90	29.20	28.40	2.00	2.00	2.00	2.00	103.50	3	64.75
6	37.90	29.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	77.10	2	55.97
7	37.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	49.90	1	49.90

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV) MÁXIMO CDV 71.52

#### V. RESULTADOS

PCI = 100 - MÁX. CDV

PCI = 28.48

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

**MALO**

**Fuente: Elaboración Propia (Excel)**

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
25.00	X	19

D(2)	VD(2)	
35	27.4	
37.5	X	29.2

D(3)	VD(3)	
40	31	
25	X	37.9

D(4)	VD(4)	
25	X	2

D(5)	VD(5)	
85	22.9	
87.5	X	23.1

D(6)	VD(6)	
90	23.3	
100	X	28.4

D(7)	VD(7)	
85	9.1	
87.5	X	9.2
90	9.3	

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(7)	CDV(7)	
140	67	
<b>148.80</b>	<b>X</b>	<b>69.64</b>
150	70	
VDT(6)	CDV(6)	
140	68	
<b>148.80</b>	<b>X</b>	<b>71.52</b>
150	72	
VDT(5)	CDV(5)	
140	57	
<b>141.60</b>	<b>X</b>	<b>57.8</b>
150	62	
VDT(4)	CDV(4)	
120	68	
<b>124.60</b>	<b>X</b>	<b>70.3</b>
130	73	

VDT(3)	CDV(3)	
100	63	
<b>103.50</b>	<b>X</b>	<b>64.75</b>
110	68	
VDT(2)	CDV(2)	
70	51	
<b>77.10</b>	<b>X</b>	<b>55.97</b>
80	58	
VDT(1)	CDV(1)	
42	42	
<b>49.90</b>	<b>X</b>	<b>49.9</b>
50	50	

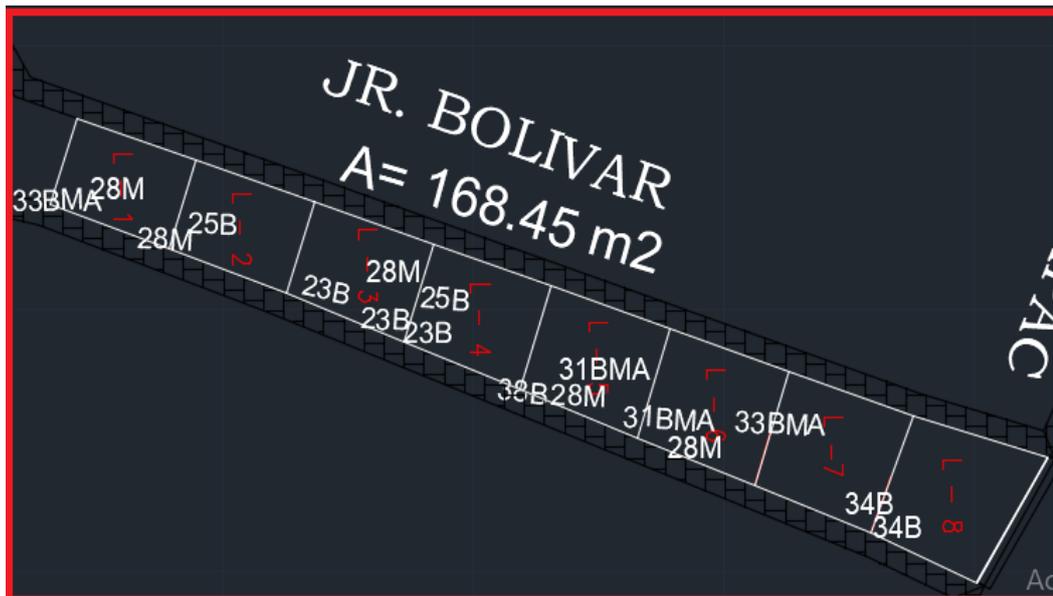
- **Jr. Bolívar**

**Imagen N° 30. Jr. Bolívar**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 31 División de Losas para el Análisis**



**Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)**

## Imagen N° 32 Análisis de Datos – Jr. Bolívar



### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

#### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

#### I. DATOS GENERALES

Nombre del Investigador :

URRUNAGA PAREDES, EDER

Código: Jr. Bolívar

Fecha: Martes 11 de Junio del 2019

Área Total : 168.45

m<sup>2</sup>

#### II. CODIGOS DE FALLA

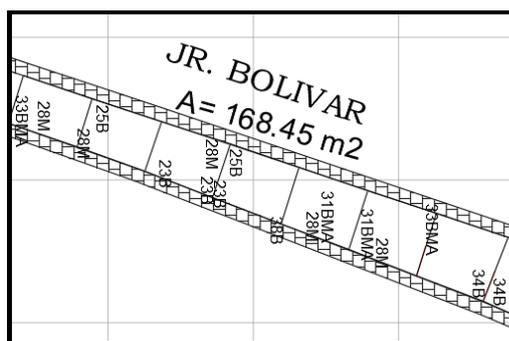
CODIGO DE FALLA	(B,M,A) TIPO DE FALLA
21	Levantamiento / Explosiones
22	Grieta en Esquina
23	Losa Dividida
24	Grietas de Durabilidad D
25	Escala
26	Detetioro del Sello de Junta
27	Desnivel de Carril / Berma
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA
31	Pulimento de Agregados
32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos
33	Bombeo
34	Punzonamiento
35	Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)
36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado
37	Grietas de Retracción
38	Descascamiento de Esquina
39	Descascamiento de Junta

(B,M,A)  
(B,M,A)  
(B,M,A)

B

#### ESQUEMA



#### III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN

Número de Losas:

8

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	V. Deducido
1	23	B	3	37.5	32.75
2	25	B	2	25	10.90
3	28	M	5	62.5	33.30
4	31	B,M,A	2	25	4.60
5	33	B,M,A	2	25	14.90
6	34	B	2	25	31.90
7	38	B	1	12.5	1.65
TOTAL VD					130.00

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

Número de deducidos (q) = 7.00  
 Valor del deducido mas alto (HDV<sub>i</sub>) = 33.30  
 Número admisible de deducidos (m<sub>i</sub>) = 7.1255

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

#### IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL(VDT)	q	CDV
1	33.30	32.75	31.90	14.90	10.90	4.60	1.65	130.00
2	33.30	32.75	31.90	14.90	10.90	4.60	1.65	130.00
3	33.30	32.75	31.90	14.90	10.90	2.00	1.65	127.40
4	33.30	32.75	31.90	14.90	2.00	2.00	1.65	118.50
5	33.30	32.75	31.90	2.00	2.00	2.00	1.65	105.60
6	33.30	32.75	2.00	2.00	2.00	2.00	1.65	75.70
7	33.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.65	44.95

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV)

MÁXIMO CDV 66.36

#### V. RESULTADOS

PCI = 100 - MÁX. CDV

PCI = 33.64

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

**MALO**

**Fuente: Elaboración Propia**

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
35	31	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>32.75</b>
40	34.5	
D(2)	VD(2)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>10.9</b>
D(3)	VD(3)	
60	30.1	
<b>62.5</b>	<b>X</b>	<b>33.3</b>
65	31.2	
D(4)	VD(4)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>4.6</b>

D(5)	VD(5)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>14.9</b>
D(6)	VD(6)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>31.9</b>
D(7)	VD(7)	
10	1.3	
<b>12.5</b>	<b>X</b>	<b>1.65</b>
15	2	

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(7)	CDV(7)	
110	54	
<b>130.00</b>	<b>X</b>	<b>64</b>
120	59	
VDT(6)	CDV(6)	
110	54	
<b>130.00</b>	<b>X</b>	<b>64</b>
120	59	
VDT(5)	CDV(5)	
110	57	
<b>127.40</b>	<b>X</b>	<b>65.7</b>
120	62	
VDT(4)	CDV(4)	
100	57	
<b>118.50</b>	<b>X</b>	<b>66.25</b>
110	62	

VDT(3)	CDV(3)	
90	57	
<b>105.60</b>	<b>X</b>	<b>66.36</b>
100	63	
VDT(2)	CDV(2)	
70	51	
<b>75.70</b>	<b>X</b>	<b>54.99</b>
80	58	
VDT(1)	CDV(1)	
42	42	
<b>44.95</b>	<b>X</b>	<b>44.95</b>
50	50	

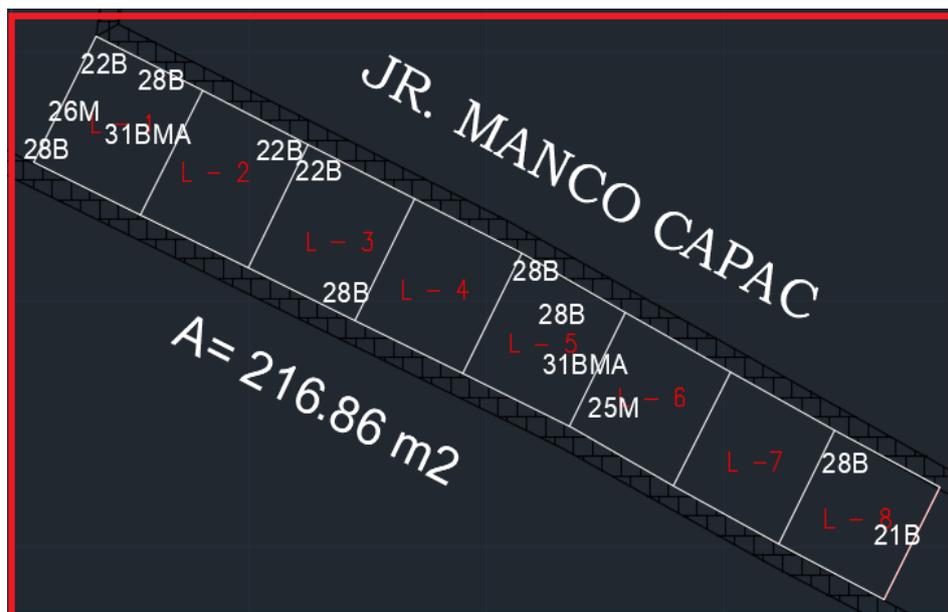
▪ **Jr. Manco Cápac**

**Imagen N°33. Jr. Manco Cápac**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N°34 División de Losas para el Análisis**



**Fuente: Elaboración Propia(AutoCAD 2019)**

## Imagen N°35 Análisis de Datos – Jr. Manco Cápac

### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



**I. DATOS GENERALES**

Nombre del Investigador : **URRUNAGA PAREDES, EDER**

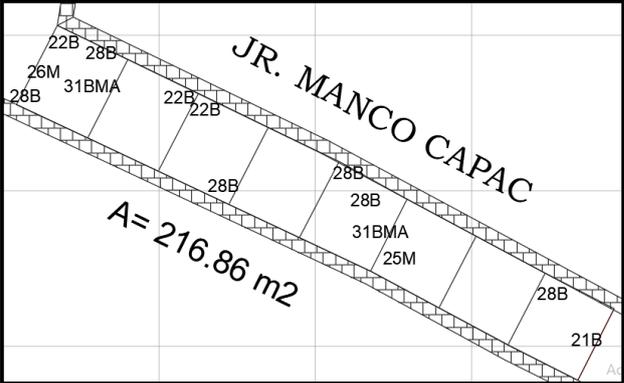
Código: **Jr. Manco Cápac**

Fecha: **Miércoles 12 de Junio del 2019**      Área Total : **216.86 m2**

**II. CODIGOS DE FALLA (B,M,A)**

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	
21	Levantamiento / Explosiones	31	Pulimento de Agregados	(B,M,A)
22	Grieta en Esquina	32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos	(B,M,A)
23	Losa Dividida	33	Bombeo	(B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	34	Punzonamiento	
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)	
26	Detetioro del Sello de Junta	36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	
27	Desnivel de Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	B
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)	38	Descascamiento de Esquina	
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m2)	39	Descascamiento de Junta	
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m2)			

**ESQUEMA**



**III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN**

Número de Losas: **8**

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	Deducido
1	21	B	1	12.5	10.15
2	22	B	3	37.5	29.20
3	25	M	1	12.5	20.10
4	26	M	1	12.5	4.00
5	28	B	6	75	22.00
6	31	B,M,A	2	25	4.60
<b>TOTAL VD</b>					<b>90.05</b>

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

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

Número de deducidos (q) = **6.00**  
 Valor del deducido mas alto (HDVi) = **29.20**  
 Número admisible de deducidos (mi) = **7.5020**

**IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL(VDT)	q	CDV
1	29.20	22.00	20.10	10.15	4.60	4.00	90.05	6	44.03
2	29.20	22.00	20.10	10.15	4.60	2.00	88.05	5	45.03
3	29.20	22.00	20.10	10.15	2.00	2.00	85.45	4	48.27
4	29.20	22.00	20.10	2.00	2.00	2.00	77.30	3	48.88
5	29.20	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.20	2	43.44
6	29.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	39.20	1	39.20
7									

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV)      MÁXIMO CDV **48.88**

**V. RESULTADOS**

PCI = 100 - MÁX. CDV

**PCI = 51.12**

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

REGULAR

REGULAR

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
10	8.3	
<b>12.5</b>	<b>X</b>	<b>10.15</b>
15	12	
D(2)	VD(2)	
35	27.4	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>29.2</b>
40	31	
D(3)	VD(3)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>20.1</b>

D(4)	VD(4)	
<b>12.5</b>	<b>X</b>	<b>4</b>
D(5)	VD(5)	
<b>75</b>	<b>X</b>	<b>22</b>
D(6)	VD(6)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>4.6</b>

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(6)	CDV(6)	
90	44	
<b>90.05</b>	<b>X</b>	<b>44.03</b>
100	49	
VDT(5)	CDV(5)	
80	41	
<b>88.05</b>	<b>X</b>	<b>45.03</b>
90	46	
VDT(4)	CDV(4)	
80	45	
<b>85.45</b>	<b>X</b>	<b>48.27</b>
90	51	

VDT(3)	CDV(3)	
70	44.5	
<b>77.30</b>	<b>X</b>	<b>48.88</b>
80	50.5	
VDT(2)	CDV(2)	
50	37	
<b>59.20</b>	<b>X</b>	<b>43.44</b>
60	44	
VDT(1)	CDV(1)	
30	30	
<b>39.20</b>	<b>X</b>	<b>39.2</b>
40	40	

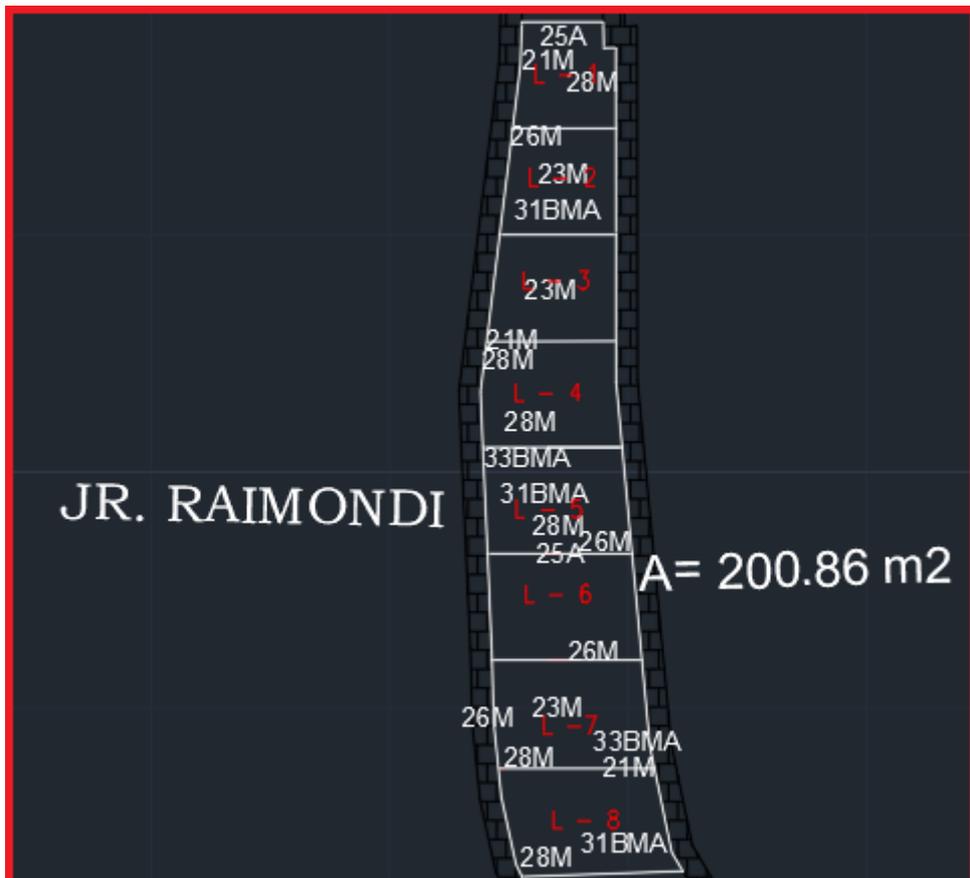
- Jr. Raimondi

**Imagen N°36. Jr. Raimondi**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N°37 División de Losas para el Análisis**



**Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)**

## Imagen N°38 Análisis de Datos – Jr. Raimondi



### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

#### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

#### I. DATOS GENERALES

Nombre del Investigador : URRUNAGA PAREDES, EDER

Código: Jr. Raimondi

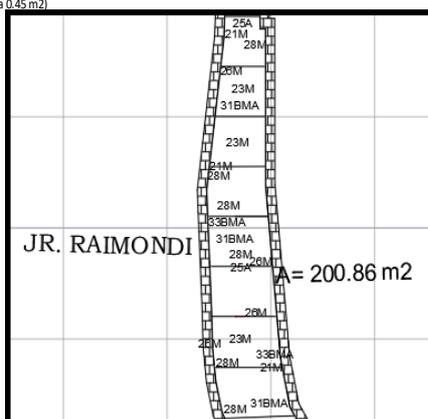
Fecha: Jueves 13 de Junio del 2019

Área Total : 220.86 m<sup>2</sup>

#### II. CODIGOS DE FALLA (B,M,A)

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	
21	Levantamiento / Explosiones	31	Pulimento de Agregados	(B,M,A)
22	Grieta en Esquina	32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos	(B,M,A)
23	Losa Dividida	33	Bombeo	(B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	34	Punzonamiento	
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)	
26	Detetioro del Sello de Junta	36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	
27	Desnivel de Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	B
28	Grietas Lineales (Long., Trav., Diagonales)	38	Descascaramiento de Esquina	
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )	39	Descascaramiento de Junta	
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )			

#### ESQUEMA



#### III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN

Número de Losas: 8

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	V. Deducido
1	21	M	3	37.50	55.20
2	23	M	3	37.50	48.00
3	25	A	2	25.00	35.30
4	26	M	3	37.50	8.00
5	28	M	6	75.00	33.30
6	31	B,M,A	3	37.50	6.15
7	33	B,M,A	2	25.00	14.90
TOTALVD				200.85	

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

Número de deducidos (q) = 8.00  
 Valor del deducido mas alto (HDV<sub>i</sub>) = 55.20  
 Número admisible de deducidos (m<sub>i</sub>) = 5

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

#### IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL(VDT)	q	CDV
1	55.20	48.00	35.30	33.30	14.90	186.70	5	90.01
2	55.20	48.00	35.30	33.30	2.00	173.80	4	91.14
3	55.20	48.00	35.30	2.00	2.00	142.50	3	85.00
4	55.20	48.00	2.00	2.00	2.00	109.20	2	75.60
5	55.20	2.00	2.00	2.00	2.00	63.20	1	63.20
MÁXIMO CDV								91.14

#### V. RESULTADOS

PCI = 100 - MÁX. CDV

PCI = 8.86

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

FALLADO

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
35	52.8	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>55.20</b>
40	57.6	
D(2)	VD(2)	
35	46.1	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>48</b>
40	49.9	
D(3)	VD(3)	
<b>25.00</b>	<b>X</b>	<b>35.30</b>
D(4)	VD(4)	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>8</b>

D(5)	VD(5)	
<b>75</b>	<b>X</b>	<b>33.30</b>
D(6)	VD(6)	
35	5.9	
<b>37.50</b>	<b>X</b>	<b>6.15</b>
40	6.4	
D(7)	VD(7)	
<b>25.00</b>	<b>X</b>	<b>14.90</b>

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(5)	CDV(5)	
182	88.6	
<b>186.70</b>	<b>X</b>	<b>90.01</b>
190	91	
VDT(4)	CDV(4)	
170	90	
<b>173.80</b>	<b>X</b>	<b>91.14</b>
180	93	
VDT(3)	CDV(3)	
140	84	
<b>142.50</b>	<b>X</b>	<b>85</b>
150	88	

VDT(2)	CDV(2)	
100	71	
<b>109.20</b>	<b>X</b>	<b>75.6</b>
110	76	
VDT(1)	CDV(1)	
60	60	
<b>63.20</b>	<b>X</b>	<b>63.2</b>
70	70	

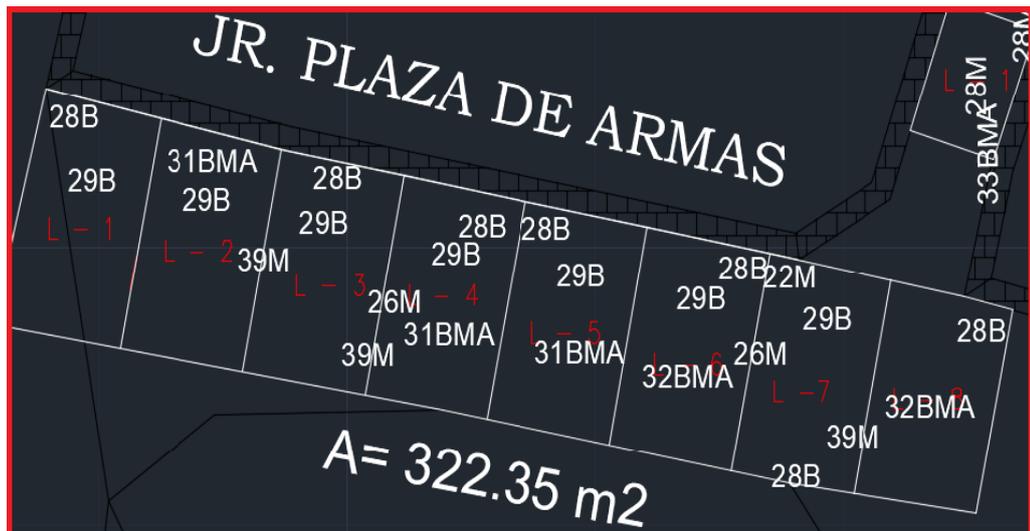
- Plaza de Armas

*Imagen N°39 – Jr. Plaza de Armas*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen N° 40 División de Losas para el Análisis*



*Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)*

## Imagen N°41 Análisis de Datos – Jr. Plaza de Armas

### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

#### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



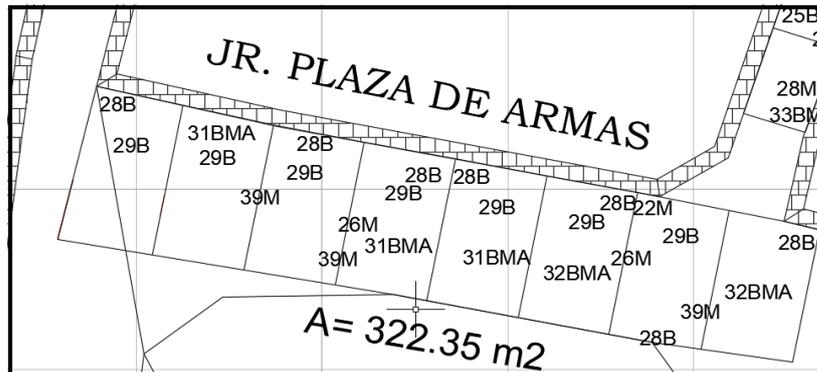
#### I. DATOS GENERALES

Nombre del Investigador : **URRUNAGA PAREDES, EDER**  
 Código: **Plaza de Armas**  
 Fecha: **Viernes 14 de Junio del 2019**      Área Total : **322.35 m2**

#### II. CODIGOS DE FALLA

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	
21	Levantamiento / Explosiones	31	Pulimento de Agregados	(B,M,A)
22	Grieta en Esquina	32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos	(B,M,A)
23	Losa Dividida	33	Bombo	(B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	34	Punzonamiento	
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)	
26	Detetioro del Sello de Junta	36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	
27	Desnivel de Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	B
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)	38	Descascaramiento de Esquina	
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m2)	39	Descascaramiento de Junta	
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m2)			

#### ESQUEMA



#### III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN

Número de Losas: **8**

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	Deducido
1	22	M	1	12.50	18.10
2	26	M	2	25.00	4.00
3	28	B	7	87.50	23.10
4	29	B	7	87.50	26.60
5	31	B,M,A	3	37.50	6.15
6	32	B.M.A	2	25.00	4.00
7	39	M	3	37.50	15.25
TOTAL VDT					97.20

Número de deducidos (q) = **7.00**  
 Valor del deducido mas alto (HDV<sub>i</sub>) = **26.60**  
 Número admisible de deducidos (m<sub>i</sub>) = **7.7408**

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

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

#### IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL(VDT)		q	CDV
1	26.60	23.10	18.10	15.25	6.15	4.00	4.00	97.20	7	47.60
2	26.60	23.10	18.10	15.25	6.15	4.00	2.00	95.20	6	46.60
3	26.60	23.10	18.10	15.25	6.15	2.00	2.00	93.20	5	47.92
4	26.60	23.10	18.10	15.25	2.00	2.00	2.00	89.05	4	50.43
5	26.60	23.10	18.10	2.00	2.00	2.00	2.00	75.80	3	47.98
6	26.60	23.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.70	2	43.79
7	26.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.60	1	38.60

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV)      MÁXIMO CDV **50.43**

#### V. RESULTADOS

PCI = 100 - MÁX. CDV

PCI = **49.57**

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

**REGULAR**

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
10	14.50	
<b>12.5</b>	<b>X</b>	<b>18.10</b>
15	21.70	
D(2)	VD(2)	
<b>25</b>	<b>X</b>	<b>4</b>
D(3)	VD(3)	
85	22.90	
<b>87.50</b>	<b>X</b>	<b>23.10</b>
90	23.30	
D(4)	VD(4)	
85	26.20	
<b>87.5</b>	<b>X</b>	<b>26.6</b>
90	27.00	

D(5)	VD(5)	
35	5.90	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>6.15</b>
40	6.40	
D(6)	VD(6)	
<b>25.00</b>	<b>X</b>	<b>4</b>
D(7)	VD(7)	
35	14.5	
<b>37.50</b>	<b>X</b>	<b>15.25</b>
40	16	

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(7)	CDV(7)	
90	44	
<b>97.20</b>	<b>X</b>	<b>47.6</b>
100	49	
VDT(6)	CDV(6)	
90	44	
<b>95.20</b>	<b>X</b>	<b>46.6</b>
100	49	
VDT(5)	CDV(5)	
90	46	
<b>93.20</b>	<b>X</b>	<b>47.92</b>
100	52	
VDT(4)	CDV(4)	
80	45	
<b>89.05</b>	<b>X</b>	<b>50.43</b>
90	51	

VDT(3)	CDV(3)	
70	44.5	
<b>75.80</b>	<b>X</b>	<b>47.98</b>
80	50.5	
VDT(2)	CDV(2)	
50	37	
<b>59.70</b>	<b>X</b>	<b>43.79</b>
60	44	
VDT(1)	CDV(1)	
30	30	
<b>38.60</b>	<b>X</b>	<b>38.6</b>
40	40	

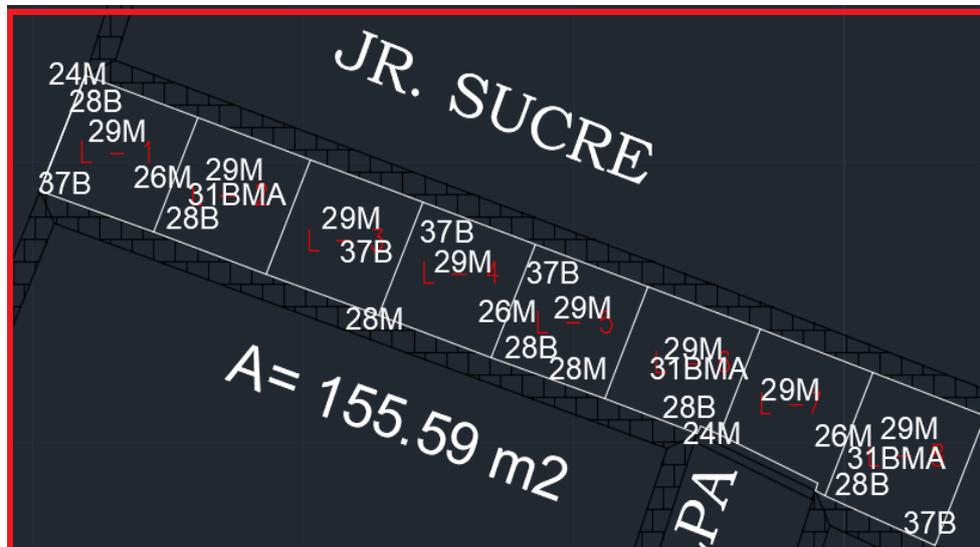
- **Jr. Sucre**

**Imagen N°42. Jr. Sucre**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N°43. División de Losas para el Análisis**



**Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)**

## Imagen N°44 Análisis de Datos – Jr. Sucre

### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO**

LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



**I. DATOS GENERALES**

Nombre del Investigador : URRUNAGA PAREDES, EDER

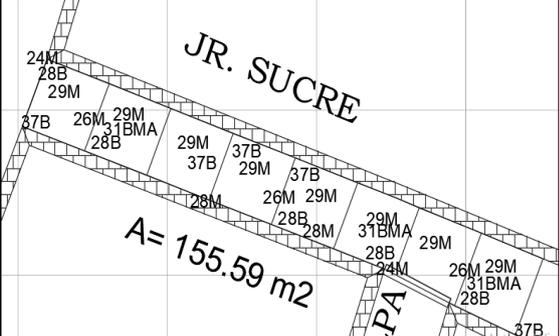
Código: Jr. Sucre

Fecha: Sabado 15 de Junio del 2019 Área Total : 155.59 m<sup>2</sup>

**II. CODIGOS DE FALLA (B,M,A)**

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	(B,M,A)
21	Levantamiento / Explosiones	(B,M,A)
22	Grieta en Esquina	(B,M,A)
23	Losa Dividida	(B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	
25	Escala	(No Registra en Investigación)
26	Detetioro del Sello de Junta	
27	Desnivel de Carril / Berma	B
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)	
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m <sup>2</sup> )	
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m <sup>2</sup> )	
31	Pulimento de Agregados	(B,M,A)
32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos	(B,M,A)
33	Bombeo	(B,M,A)
34	Punzonamiento	
35	Cruce de Vía Férrea	
36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	
37	Grietas de Retracción	B
38	Descascaramiento de Esquina	
39	Descascaramiento de Junta	

**ESQUEMA**



**III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN**

Número de Losas: 8

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	%. Deducido
1	24	M	2	25.00	22.40
2	26	M	3	37.50	4.00
3	28	B	5	62.50	20.60
4	28	M	2	25.00	17.60
5	29	M	8	100.00	49.00
6	31	B,M,A	3	37.50	6.15
7	37	B	5	62.50	3.00
				TOTALVD	122.75

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

Número de deducidos (q) = 7.00

Valor del deducido mas alto (HDV) = 49.00

Número admisible de deducidos (mi) = 6

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

**IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL(VDT)	q	CDV
1	49.00	22.40	20.60	17.60	6.15	4.00	119.75	6	58.88
2	49.00	22.40	20.60	17.60	6.15	2.00	117.75	5	60.88
3	49.00	22.40	20.60	17.60	2.00	2.00	113.60	4	64.16
4	49.00	22.40	20.60	2.00	2.00	2.00	98.00	3	61.80
5	49.00	22.40	2.00	2.00	2.00	2.00	79.40	2	57.58
6	49.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.00	1	59.00
7									

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV) MÁXIMO CDV **64.16**

**V. RESULTADOS**

PCI = 100 - MÁX. CDV

**PCI = 35.84**

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

MALO

**Fuente: Elaboración Propia**

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
25	X	22.40

D(2)	VD(2)	
37.5	X	4

D(3)	VD(3)	
60	20.30	
62.50	X	20.60
65	20.90	

D(4)	VD(4)	
25	X	17.6

D(5)	VD(5)	
100	X	49.00

D(6)	VD(6)	
35	5.9	
37.50	X	6.15
40	6.4	

D(7)	VD(7)	
60	2.9	
62.50	X	3
65	3.1	

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(6)	CDV(6)	
110	54	
<b>119.75</b>	<b>X</b>	<b>58.875</b>
120	59	
VDT(5)	CDV(5)	
110	57	
<b>117.75</b>	<b>X</b>	<b>60.875</b>
120	62	
VDT(4)	CDV(4)	
110	62	
<b>113.60</b>	<b>X</b>	<b>64.16</b>
120	68	

VDT(3)	CDV(3)	
90	57	
<b>98.00</b>	<b>X</b>	<b>61.8</b>
100	63	
VDT(2)	CDV(2)	
70	51	
<b>79.40</b>	<b>X</b>	<b>57.58</b>
80	58	
VDT(1)	CDV(1)	
50	50	
<b>59.00</b>	<b>X</b>	<b>59</b>
60	60	

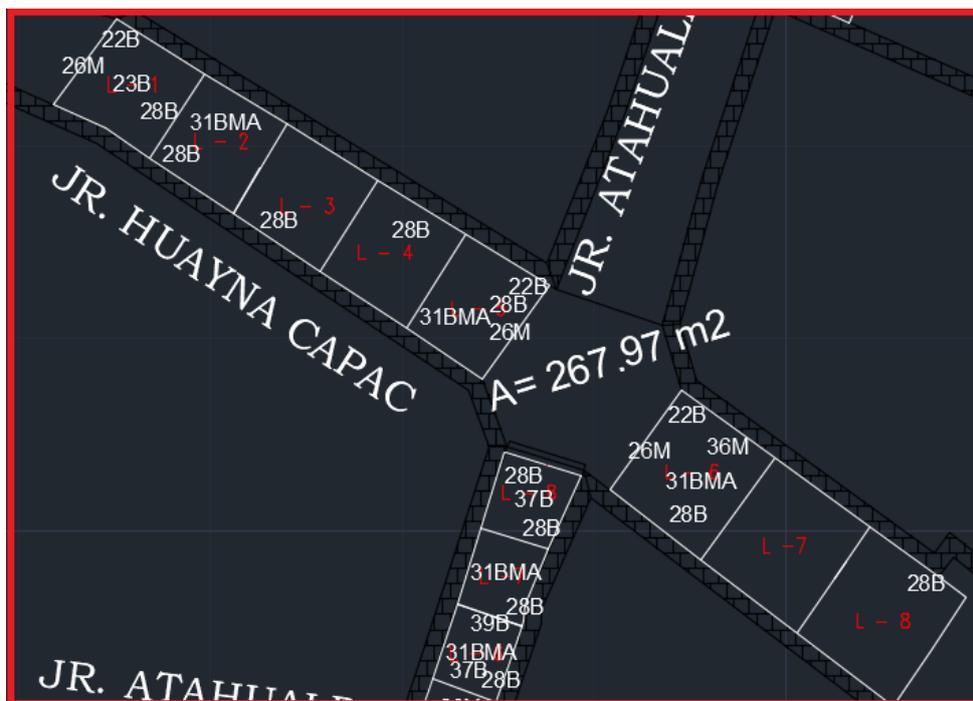
- **Jr. Huayna Cápac**

**Imagen N° 45. Jr. Huayna Cápac**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 46. División de Losas para el Análisis**



**Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)**

## Imagen N°47 Análisis de Datos – Jr. Huayna Cápac

### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

#### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO

LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



#### I. DATOS GENERALES

Nombre del Investigador :

URRUNAGA PAREDES, EDER

Código:

Jr. Huayna Cápac

Fecha:

Lunes 17 de Junio del 2019

Área Total :

267.97

m<sup>2</sup>

#### II. CODIGOS DE FALLA

CODIGO DE FALLA

(B,M,A)

TIPO DE FALLA

CODIGO DE FALLA

TIPO DE FALLA

- 21 Levantamiento / Explosiones
- 22 Grieta en Esquina
- 23 Losa Dividida
- 24 Grietas de Durabilidad D
- 25 Escala
- 26 Detetioro del Sello de Junta
- 27 Desnivel de Carril / Berma
- 28 Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)
- 29 Parche Grande ( Mayor a 0.45 m<sup>2</sup>)
- 30 Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m<sup>2</sup>)

- 31 Pulimento de Agregados
- 32 Desprendimiento por Disgregación de Áridos
- 33 Bombeo
- 34 Punzonamiento
- 35 Cruce de Vía Férrea (No Registra en Investigación)
- 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado
- 37 Grietas de Retracción
- 38 Descascaramiento de Esquina
- 39 Descascaramiento de Junta

(B,M,A)  
(B,M,A)  
(B,M,A)

B

#### ESQUEMA



#### III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN

Número de Losas:

8

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	Deducido
1	22	B	3	37.50	29.20
2	23	B	1	12.50	12.00
3	26	M	3	37.50	4.00
4	28	B	7	87.50	23.10
5	31	B,M,A	3	37.50	6.15
6	36	M	1	12.50	9.95
7					
				TOTAL VD	84.40

Número de deducidos (q) = 6.00  
 Valor del deducido mas alto (HDV<sub>i</sub>) = 29.20  
 Número admisible de deducidos (m<sub>i</sub>) = 7.5020

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

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

#### IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL(VDT)	q	CDV
1	29.20	23.10	12.00	9.95	6.15	4.00	84.40	6	40.64
2	29.20	23.10	12.00	9.95	6.15	2.00	82.40	5	42.20
3	29.20	23.10	12.00	9.95	2.00	2.00	78.25	4	43.95
4	29.20	23.10	12.00	2.00	2.00	2.00	70.30	3	44.68
5	29.20	23.10	2.00	2.00	2.00	2.00	60.30	2	44.21
6	29.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	39.20	1	39.20

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV)

MÁXIMO CI **44.68**

#### V. RESULTADOS

PCI = 100 - MÁX. CDV

PCI = **55.32**

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

**BUENO**

**Fuente: Elaboración Propia**

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

D(1)	VD(1)	
35	27.40	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>29.20</b>
40	31.00	
D(2)	VD(2)	
10	9.80	
<b>12.5</b>	<b>X</b>	<b>12</b>
15	14.20	
D(3)	VD(3)	
<b>37.50</b>	<b>X</b>	<b>4.00</b>

D(4)	VD(4)	
85	22.90	
<b>87.5</b>	<b>X</b>	<b>23.1</b>
90	23.30	
D(5)	VD(5)	
35	5.90	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>6.15</b>
40	6.40	
D(6)	VD(6)	
10	8	
<b>12.50</b>	<b>X</b>	<b>9.95</b>
15	11.9	

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(6)	CDV(6)	
80	38	
<b>84.40</b>	<b>X</b>	<b>40.64</b>
90	44	
VDT(5)	CDV(5)	
80	41	
<b>82.40</b>	<b>X</b>	<b>42.2</b>
90	46	
VDT(4)	CDV(4)	
70	39	
<b>78.25</b>	<b>X</b>	<b>43.95</b>
80	45	

VDT(3)	CDV(3)	
70	44.5	
<b>70.30</b>	<b>X</b>	<b>44.68</b>
80	50.5	
VDT(2)	CDV(2)	
60	44	
<b>60.30</b>	<b>X</b>	<b>44.21</b>
70	51	
VDT(1)	CDV(1)	
30	30	
<b>39.20</b>	<b>X</b>	<b>39.2</b>
40	40	

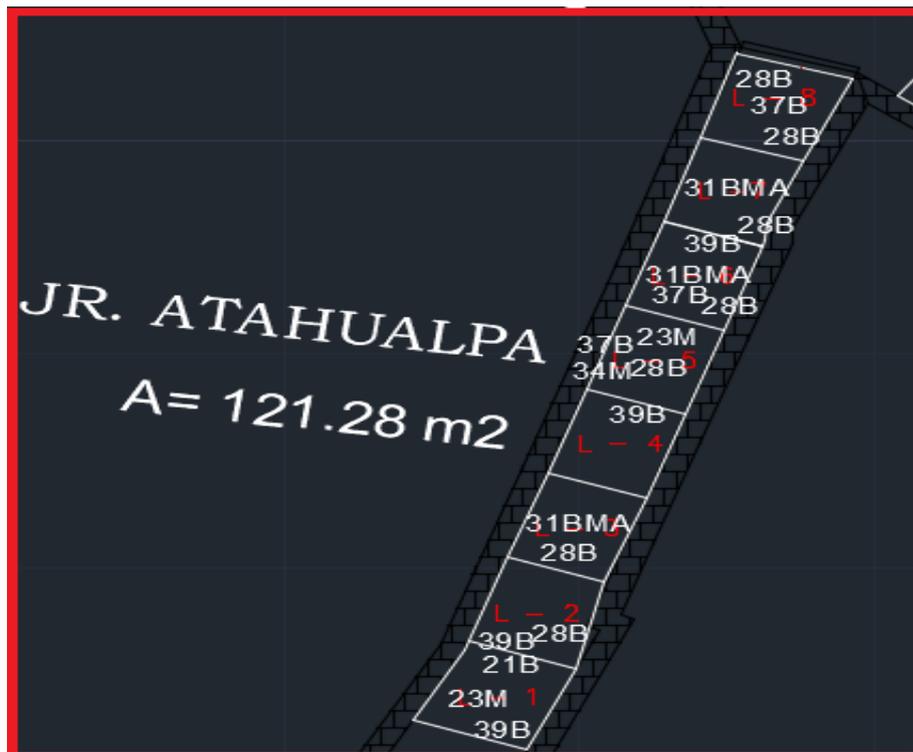
- **Jr. Atahualpa**

*Imagen N° 48. Jr. Atahualpa*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen N° 49 División de Losas para el Análisis*



*Fuente: Elaboración Propia (AutoCAD 2019)*

## Imagen N°50 Análisis de Datos – Jr. Atahualpa

### INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

PCI - 02 CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

#### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO



#### I. DATOS GENERALES

Nombre del Investigador : URRUNAGA PAREDES, EDER

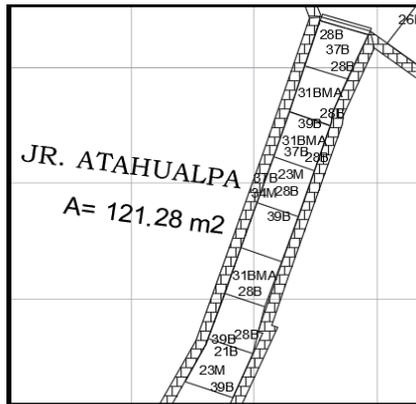
Código: Jr. Atahualpa

Fecha: Martes 18 de Junio del 2019      Área Total : 121.28 m<sup>2</sup>

#### II. CODIGOS DE FALLA

CODIGO DE FALLA	(B,M,A) TIPO DE FALLA	CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	
21	Levantamiento / Explosiones	31	Pulimento de Agregados	(B,M,A)
22	Grieta en Esquina	32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos	(B,M,A)
23	Losa Dividida	33	Bombeo	(B,M,A)
24	Grietas de Durabilidad D	34	Punzonamiento	
25	Escala	35	Cruce de Via Férrea	(No Registra en Investigación)
26	Detetioro del Sello de Junta	36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	
27	Desnivel de Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	B
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)	38	Descascaramiento de Esquina	
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m2)	39	Descascaramiento de Junta	
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m2)			

#### ESQUEMA



#### III. EVALUACIÓN DE CONDICIÓN

Número de Losas: 8

#	Falla	Severidad	Cantidad	Densidad(%)	V. Deducido
1	21	B	3	37.50	27.45
2	23	M	2	25.00	37.90
3	28	B	7	87.50	23.10
4	31	B,M,A	3	37.50	6.15
5	34	M	1	12.50	27.60
6	37	B	3	37.50	1.60
7	39	B	4	50.00	9.40
TOTALVD					133.20

Número de deducidos (q) = 7.00  
 Valor del deducido mas alto (HDVi) = 37.90  
 Número admisible de deducidos (mi) = 6.7031

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

\*Ver Anexo de Tablas de Valor Deducido

#### IV. CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL(VDT)	q	CDV
1	37.90	27.60	27.45	23.10	9.40	6.15	1.60	133.20	7	64.28
2	37.90	27.60	27.45	23.10	9.40	6.15	1.60	133.20	6	64.28
3	37.90	27.60	27.45	23.10	9.40	2.00	1.60	129.05	5	66.53
4	37.90	27.60	27.45	23.10	2.00	2.00	1.60	121.65	4	68.83
5	37.90	27.60	27.45	2.00	2.00	2.00	1.60	100.55	3	63.28
6	37.90	27.60	2.00	2.00	2.00	2.00	1.60	75.10	2	54.57
7	37.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.60	49.50	1	49.50

\*Ver Anexo de Valor Reducido Corregido (CDV)      MÁXIMO CI **68.83**

#### V. RESULTADOS

PCI = 100 - MÁX. CDV

PCI = 31.17

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

**MALO**

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cálculo del Valor Deducido (Ver anexo A de Valores Deducidos)

<b>D(1)</b>	<b>VD(1)</b>	
35	25.80	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>27.45</b>
40	29.10	
<b>D(2)</b>	<b>VD(2)</b>	
25	<b>X</b>	<b>37.90</b>
<b>D(3)</b>	<b>VD(3)</b>	
85	22.90	
<b>87.50</b>	<b>X</b>	<b>23.10</b>
90	23.30	
<b>D(4)</b>	<b>VD(4)</b>	
35	5.90	
<b>37.5</b>	<b>X</b>	<b>6.15</b>
40	6.40	

<b>D(5)</b>	<b>VD(5)</b>	
10	22.90	
<b>12.5</b>	<b>X</b>	<b>27.60</b>
15	32.30	
<b>D(6)</b>	<b>VD(6)</b>	
35	1.4	
<b>37.50</b>	<b>X</b>	<b>1.6</b>
40	1.8	
<b>D(7)</b>	<b>VD(7)</b>	
<b>50.00</b>	<b>X</b>	<b>9.4</b>

❖ Cálculo de CDV (Ver anexo A para analizar valores q Vs. Valor deducido)

VDT(7)	CDV(7)	
130	63	
<b>133.20</b>	<b>X</b>	<b>64.28</b>
135	65	
VDT(6)	CDV(6)	
130	63	
<b>133.20</b>	<b>X</b>	<b>64.28</b>
135	65	
VDT(5)	CDV(5)	
120	62	
<b>129.05</b>	<b>X</b>	<b>66.525</b>
130	67	
VDT(4)	CDV(4)	
120	68	
<b>121.65</b>	<b>X</b>	<b>68.825</b>
130	73	

VDT(3)	CDV(3)	
100	63	
<b>100.55</b>	<b>X</b>	<b>63.275</b>
110	68	
VDT(2)	CDV(2)	
70	51	
<b>75.10</b>	<b>X</b>	<b>54.57</b>
80	58	
VDT(1)	CDV(1)	
42	42	
<b>49.50</b>	<b>X</b>	<b>49.5</b>
50	50	

### 3.5.3. Presupuesto (Recursos Humanos, Bienes y Servicios)

#### ➤ Recurso Humano

*Tabla N° 13 Personal*

Descripción	Cantidad
Investigador	1
Asesor	1

*Fuente: Elaboración Propia*

#### ➤ Bienes propios

*Tabla N°14 Materiales*

N°	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Laptop Lenovo Intel Core I5	Unid.	1
2	Impresora Canon MG 2410	Unid.	1
3	Sistema Operativo Windows 10	Unid.	1
4	MS. Office 2018	Unid.	1
5	Memoria USB Toshiba de 8 GB	Unid.	1
6	Calculadora	Unid.	1

*Fuente: Elaboración Propia*

#### ➤ Bienes adquiridos

*Tabla N°15. Bienes*

N°	Descripción	Cantidad	Precio
1	Servicio de internet	3 meses	S/.300.00
2	Servicio de energía eléctrica	3 meses	S/.300.00
3	Movilidad (Trujillo - Ichocán y viceversa)	8 pasajes en 4 semanas	S/.400.00
4	Alimentación	4 semanas	S/.350.00
5	Fotocopias	250	S/.25.00
6	Anillados	6	S/.24.00
7	Empastado	1	S/.100.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/.1,499.00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

➤ **Servicios**

**Tabla N°16. Servicios**

N°	Descripción	Cantidad	Precio
1	Servicio de internet	3 meses	S/.300.00
2	Servicio de energía eléctrica	3 meses	S/.300.00
3	Movilidad (Trujillo - Ichocán y viceversa)	8 pasajes en 4 semanas	S/.400.00
4	Alimentación	4 semanas	S/.350.00
5	Fotocopias	250	S/.25.00
6	Anillados	6	S/.24.00
7	Empastado	1	S/.100.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/.1,499.00</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

- ✓ El presupuesto total para el desarrollo de nuestro proyecto fue de **S/. 1,640.00** nuevos soles

**3.5.4. Cronograma de Actividades**

**Tabla N° 17. Cronograma**

DETALLE DE ACTIVIDADES	MESES							
	MAYO		JUNIO				JULIO	
	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2
Descripción de la Realidad Problemática	■							
Formulación del Problema	■							
Búsqueda de Información (Bibliográfica)		■						
Elaboración de la Estructura del Proyecto		■						
Toma de Evidencias			■					
Recolección de Datos			■					
Análisis, Procesamiento e Interpretación de Datos				■				
Estructuración del Proyecto Final							■	

**Fuente: Elaboración Propia (Excel)**

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Tablas Resumen

*Tabla N°18 Resumen PCI por clasificación*

CALLE	PCI	CLASIFICACIÓN
Gonzáles Prada	28.48	<b>MALO</b>
Bolívar	33.64	<b>MALO</b>
Manco Cápac	51.12	<b>REGULAR</b>
Raimondi	8.86	<b>FALLADO</b>
Plaza de Armas	49.57	<b>REGULAR</b>
Sucre	35.84	<b>MALO</b>
Huayna Cápac	55.32	<b>BUENO</b>
Atahualpa	31.17	<b>MALO</b>

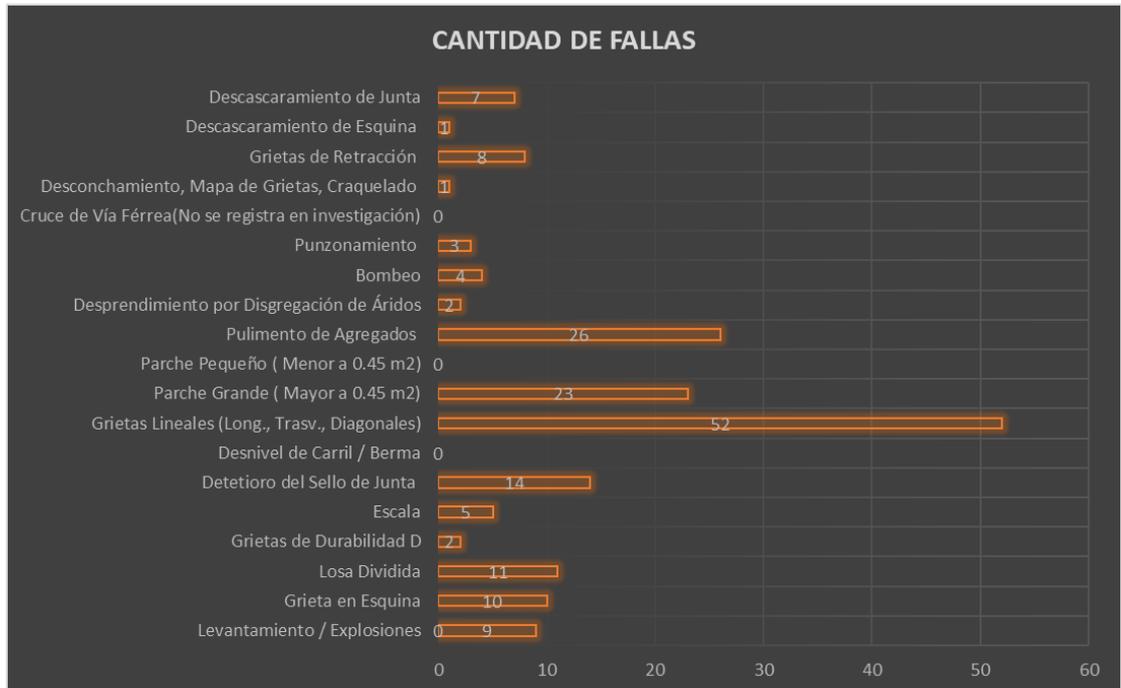
*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla N° 19 Cantidad de Fallas por tipo*

CÓDIGO	FALLA	CANTIDAD
21	Levantamiento / Explosiones	9
22	Grieta en Esquina	10
23	Losa Dividida	11
24	Grietas de Durabilidad D	2
25	Escala	5
26	Detetioro del Sello de Junta	14
27	Desnivel de Carril / Berma	*
28	Grietas Lineales (Long., Trasn., Diagonales)	52
29	Parche Grande ( Mayor a 0.45 m2)	23
30	Parche Pequeño ( Menor a 0.45 m2)	*
31	Pulimento de Agregados	26
32	Desprendimiento por Disgregación de Áridos	2
33	Bombeo	4
34	Punzonamiento	3
35	Cruce de Vía Férrea(No se registra en investigación)	*
36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	1
37	Grietas de Retracción	8
38	Descascaramiento de Esquina	1
39	Descascaramiento de Junta	7

*Fuente: Elaboración Propia*

**Gráfica N°1. Cantidades más comunes en cada tipo de fallas**



**Fuente: Elaboración Propia**

## 4.2. Propuesta de Investigación

Con esta investigación, se propone la reconstrucción casi total de las vías de acceso vehicular al distrito de Ichocán, debido a que no presenta un pavimento en buenas condiciones.

## 4.3. Análisis e Interpretación de Resultados

El resultado que arrojó nuestro análisis promedio fue de un valor PCI de 36.49, el cual se interpretaría con una clasificación de pavimento en malas condiciones, con una incidencia de tres fallas con mayor ocurrencia: Grietas lineales, pulimento de agregados y parche grande.

#### **4.4. Prueba de Hipótesis**

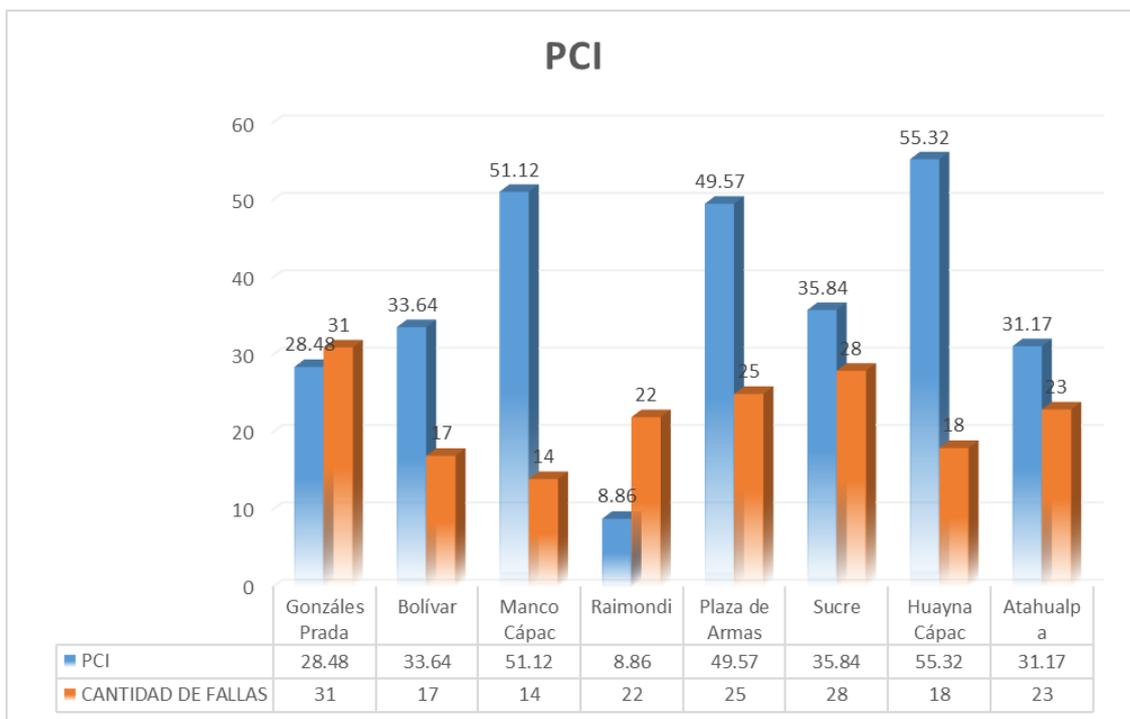
Aplicando el método PCI al pavimento de las calles del distrito de Ichocán, se determinó un resultado final de un pavimento MALO, presentando un índice de 36.75, donde sería factible aplicarse una reconstrucción casi en su totalidad, cumpliendo así la hipótesis inicialmente planteada.

### **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La investigación realizada al pavimento existente de tipo rígido por el método PCI se basó en un análisis minucioso a 8 principales calles con la presencia de fallas, de las cuales, en su mayoría, tomamos datos de manera estandarizada en 8 losas continuas, donde ubicamos la mayor presencia de distintos tipos de fallas de variada severidad, debido a que nuestra muestra cuenta con una antigüedad aproximada de 45 años, la cual se procesó con los formatos ya establecidos.

En la avenida de acceso al distrito Av. Gonzáles Prada cuadra 1, se logró encontrar alrededor de 31 fallas en total, obteniendo un PCI de 28.48, calificándolo como un pavimento MALO. En el segundo análisis, se tuvo al Jr. Bolívar con una cantidad de 17 fallas y obteniendo un PCI de 33.64, clasificándolo como un pavimento MALO. En el Jr. Manco Cápac el resultado fue de 14 fallas con un PCI de 51.12 clasificado como un pavimento REGULAR. En el caso del Jr. Raimondi se logró contabilizar 22 fallas con un PCI de 8.86, con un nivel de estado del pavimento FALLADO. El análisis obtenido en el Jr. Plaza de Armas fue de 25 fallas con un PCI 49.57, de resultado REGULAR. En el Jr. Sucre se encontraron 28 fallas con una clasificación MALA, ya que su resultado fue un PCI de 35.84. Para el Jr. Huayna Cápac se logró ubicar 18 fallas en donde se determinó un PCI de 55.32, clasificándolo como un pavimento BUENO y finalmente el Jr. Atahualpa, donde visualizamos 23 fallas, arrojó un valor de 31.17, clasificado como MALO.

**Gráfica N°2. Relación entre resultados PCI y Cantidad de Fallas**



**Fuente: Elaboración Propia (Excel)**

En la gráfica anterior, podemos observar que el resultado PCI más desfavorable no necesariamente es aquel pavimento que presenta mayor cantidad de fallas, ya que cada tipo de falla presenta distintos tipos de severidad y por lo tanto la clasificación y el valor es diferente.

**Tabla N° 20 Clasificación PCI**

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

**Fuente: Elaboración Propia**

De estos resultados, las fallas con mayor presencia en el análisis realizado, según la clasificación de los formatos PCI, se tuvo a las **Grietas Lineales**, que

incluyen las longitudinales, transversales y diagonales, con una cantidad de **52** grietas, que son las más comunes en este y todos los pavimentos rígidos, originadas por la combinación de cargas generadas por el alto tránsito. En segundo lugar, se tuvo al **Pulimento de Agregados**, con una cantidad de **26** losas con la pérdida de agregado grueso en su capa de rodadura dificultando el libre tránsito y finalmente se tuvo al **Parche Grande** con una cantidad de **23**, debido a que hace algunos años una sección del pavimento fue removido para el cambio de tuberías de desagüe.

## CONCLUSIONES

- Para la elaboración de planes de rehabilitación, mantenimiento o mejoramiento, se debería hacer este tipo de evaluaciones preventivas a su debido tiempo, para obtener un resultado viable y lograr detectar diversas problemáticas de fácil solución y corrección, que eso significaría un ahorro en lo que respecta a costos.
- Mediante la evaluación superficial general del pavimento rígido aplicando el método PCI, realizada a las principales vías de acceso a la localidad, se logró determinar el estado real en el que se encontró dicho pavimento, aplicando el manual de evaluación PCI y sus respectivas clasificaciones, las cuales son reguladas por la normatividad ASTM D 6433 - 03.
- Aplicando el análisis metodológico antes mencionado, a las principales calles del distrito de Ichocán, lugar donde se realizó el análisis, se pudo identificar y evaluar los siguientes tipos de fallas:

**Tabla N° 21 Fallas existentes**

<b>Código</b>	<b>Falla</b>
21	Levantamiento/explosiones
22	Grieta de esquina
23	Losa dividida
24	Grieta de durabilidad D
25	Escala
26	Deterioro del sello de junta
28	Grietas lineales
29	Parche grande
31	Pulimento de agregados
32	Desprendimiento por disgregación de áridos
33	Bombeo
34	Punzonamiento
36	Desconchamiento
37	Grietas de retracción
38	Descascaramiento de junta
39	Descascaramiento de esquina

**Fuente: Elaboración Propia**

- En mencionada evaluación, se pudo calificar el nivel de severidad de los distintos tipos de fallas, con rangos de falla: B(buena), M(medio) y A(alto); que varían dependiendo de su gravedad evaluada especificada en los formatos PCI, los cuales se pudo observar que las fallas con mayor presencia en los pavimentos fueron: Grietas Lineales con una cantidad de 52, Pulimento de Agregados con 26 y Parche Grande con 23 fallas en total.
- Realizando el procesamiento de datos, logramos el resultado resumen siguiente de PCIs:

**Tabla N° 22 Resultados PCI**

<b>CALLE</b>	<b>PCI's</b>
Av. Gonzáles Prada	28.48
Jr. Bolívar	33.64
Jr. Manco Cápac	51.12
Jr. Raimondi	8.86
Jr. Plaza de Armas	49.57
Jr. Sucre	35.84
Jr. Huayna Cápac	55.32
Jr. Atahualpa	31.17
<b>PROMEDIO</b>	<b>36.75</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

Debido a que la toma de muestras fue de forma continua e inventariada, según el manual PCI, el resultado final debería ser el promedio de todos los resultados obtenidos en cada calle, de la cual obtuvimos un resultado final promedio de **36.75**, calificando finalmente al pavimento existente en las calles del distrito como **MALO**.

- Con esta investigación se puede concluir que la metodología PCI es un procedimiento completo y minucioso, debido a que tiene clasifica cada tipo de fallas y sus respectivas severidades. Dichas observaciones presentes en los pavimentos, va desde un rango de 0 para una superficie fallada, a 100 para un pavimento en perfectas condiciones, haciendo un método eficiente para evaluación de pavimentos rígidos.
- Finalmente, con la investigación realizada y tomando en cuenta todos los resultados obtenidos, se determina que es coherente y factible remover casi la totalidad del pavimento para su respectiva reconstrucción, debido a que el existente ya cumplió con su tiempo de vida útil (45 años aprox.). A diferencia de la calle Huayna Cápac donde obtuvimos un resultado más alentador, donde se podría realizar una rehabilitación en las losas con mayor deficiencia, para si lograr obtener una calzada con óptimas características de servicio igual o parecida a una calzada que recién inicie su vida útil.

## RECOMENDACIONES

- Debido a que se obtuvo como resultado evaluativo a un pavimento en **MALAS CONDICIONES**, se recomienda remover el existente para realizar su reconstrucción y realizar un nuevo diseño ya que no sería factible reparar periódicamente las fallas existentes, debido a la gravedad de las mismas, donde el costo sería innecesario. Se sugiere también a las autoridades pertinentes del distrito, gestionar proyectos para el mejoramiento de las vías de acceso y así otorgar un mejorar calidad de vida a sus pobladores con su libre tránsito, seguro y eficiente.
- Tenemos a la calle **Huayna Cápac**, con un resultado PCI de 55.32, clasificándolo como un pavimento en condiciones **BUENAS**, en donde aún,

se podría utilizar algún tipo de mantenimiento o rehabilitación, si es que sería factible.

- Se recomienda realizar un minucioso estudio y análisis de los materiales a utilizar (granulometría, C.B.R., proctor, etc), al ejecutar un proyecto de pavimento rígido, con la finalidad de que dichos materiales que integran la capa de concreto no presenten prematuros deterioros en sus propiedades físicas y mecánicas, acreditando que son apropiados para un nuevo diseño de cimentación.
- Al momento de realizar un diseño, se sugiere tener presente un apropiado drenaje pluvial idóneo a la geografía que presenta el terreno, para evitar los acumulamientos de agua que deterioran el concreto.
- Es factible hacer propuestas investigativas sobre el estado de nuestros pavimentos a nivel nacional, para poder viabilizar los proyectos, optando por propuestas de mejora y su relación de costo - beneficio al momento de priorizar los recursos económicos.
- Se recomienda finalmente que esta investigación sirva de referencia para aplicarla a futuros estudios de análisis en los pavimentos, para conocer su estado general y su conveniente mantenimiento o reparación, logrando prolongar el tiempo de vida útil de los mismos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asenjo, D. (2017). Tesis de Pregrado "EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA, MEDIANTE LA METODOLOGIA PCI –JAEN"- Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén.
- Bernaola, R. (2014). Tesis de Pregrado: "EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AV. HUANCVELICA, DISTRITO CHILCA, HUANCAYO"- Universidad Nacional del Centro del Perú.
- CONVENIO INTER ADMINISTRATIVO (2006), MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS (BOGOTÁ– COLOMBIA) Universidad Nacional de Colombia.
- Cote, S. G., & Villalba, O. L. (2017). "ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS Y MEDIDAS DE CONSERVACIÓN, CASO DE ESTUDIO: CARRERA 1RA DEL BARRIO BOCAGRANDE CARTAGENA" D,T y C, Colombia.
- Granda, C. (2018). Tesis de Pregrado: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI EN EL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA – YANACANCHA – PASCO"- Universidad Nacional Daniel A. Carrión.
- López, A. (2018). Tesis de Pregrado: "PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN SARGENTO LORES, DESDE LA CUADRA 14 HASTA LA CUADRA 20, IQUITOS" – Universidad Científica del Perú.
- López, C., & López, R. (2014). Tesis de Pregrado: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA,

PROVINCIA DE HUAMANGA, AYACUCHO". Universidad Nacional de Huancavelica.

Mondragón, J. (2018). Tesis de Pregrado: "EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE MARISCAL URETA CUADRAS 12, 13, Y 14 DE LA CIUDAD DE JAEN- CAJAMARCA"- UNC

Núñez, Y. (2018). Tesis de Pregrado: "PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO EN LA AVENIDA TODOS LOS SANTOS DE LA CIUDAD DE CHOTA" – UNC

Shajin, M. (2005), "PAVEMENT MANAGEMENT FOR AIRPORTS, ROADS AND PARKING LOTS". USA.

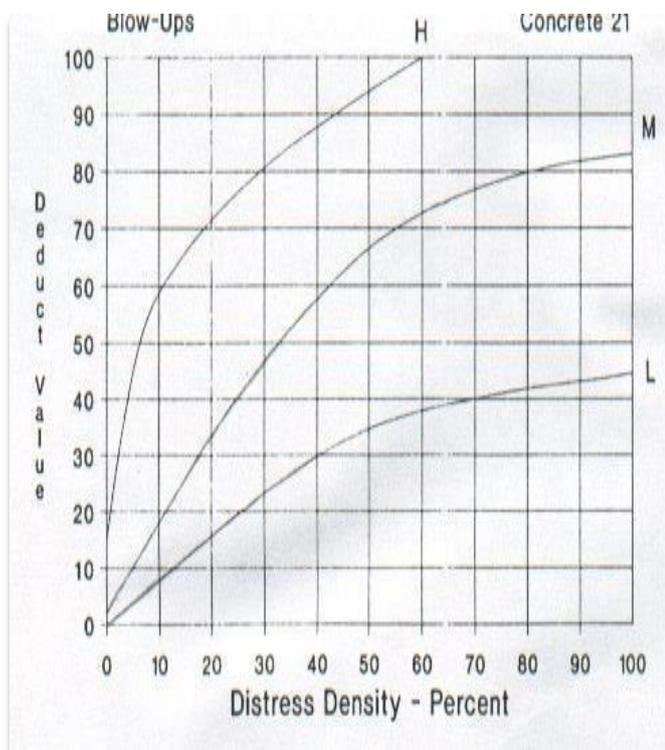
Vásquez, L. (2002), PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS (MANIZALES-COLOMBIA) Universidad Nacional de Colombia.

# ANEXOS

## TABLAS DE VALOR DEDUCIDO

### Levantamiento/Explosiones

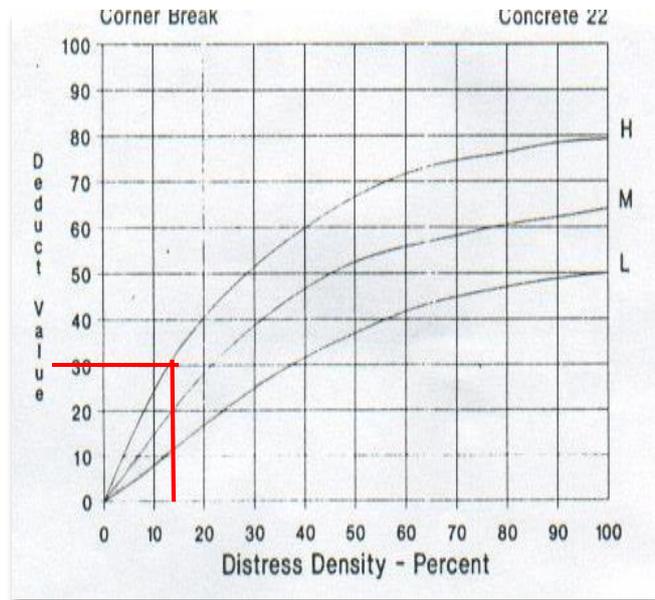
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
		3.00	15.00
5.00	4.40	9.60	37.30
10.00	8.30	17.50	58.40
15.00	12.00	25.40	65.80
20.00	15.50	32.40	71.60
25.00	19.00	40.60	76.50
30.00	22.40	47.20	80.70
35.00	25.80	52.80	84.40
40.00	29.10	57.60	87.80
45.00	32.40	61.90	90.90
50.00	34.90	65.80	93.80
55.00	36.20	69.20	97.00
60.00	37.30	72.50	100.00
65.00	38.40	74.80	
70.00	39.40	76.30	
75.00	40.30	77.60	
80.00	41.20	79.00	
85.00	42.00	80.10	
90.00	42.70	81.20	
5.00	43.50	82.20	
100.00	44.20	83.20	



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Grieta de Esquina

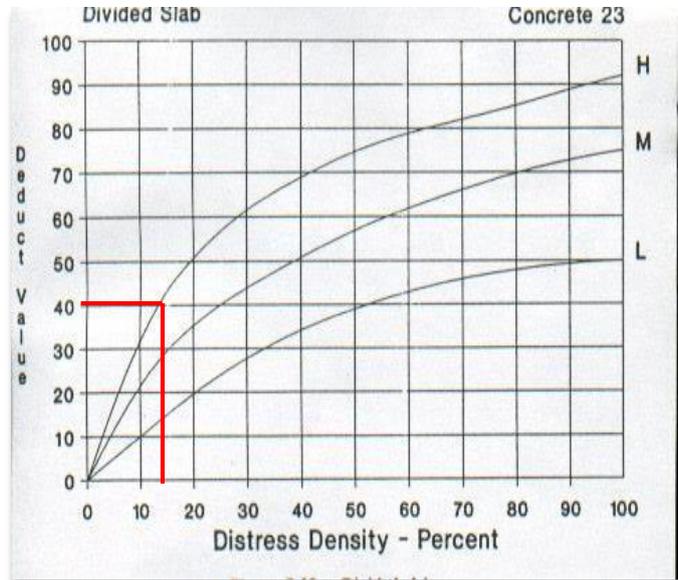
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Losas Divididas

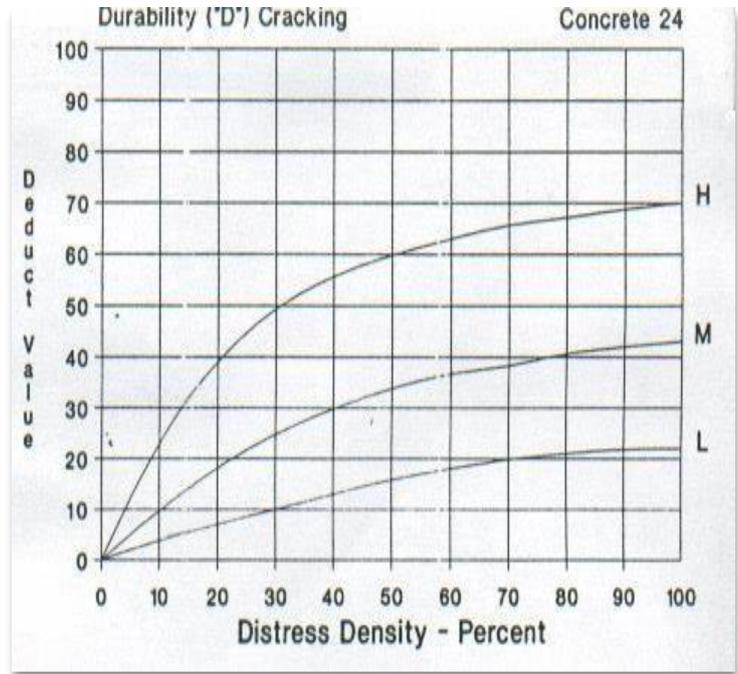
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	5.10	10.70	17.00
10.00	9.80	21.50	32.00
15.00	14.20	28.20	42.70
20.00	18.60	33.30	50.30
25.00	22.90	37.90	56.20
30.00	27.10	42.20	61.00
35.00	31.00	46.10	65.10
40.00	34.50	49.90	68.60
45.00	36.60	53.40	71.80
50.00	38.50	56.80	74.00
55.00	40.20	59.80	76.30
60.00	41.70	62.00	78.40
65.00	43.10	64.00	80.30
70.00	44.50	65.80	82.10
75.00	45.70	67.50	83.70
80.00	46.80	69.10	85.30
85.00	47.90	70.50	86.80
90.00	48.90	71.90	88.10
95.00	49.90	73.30	89.40
100.00	50.80	74.50	90.70



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

**De Durabilidad "D"**

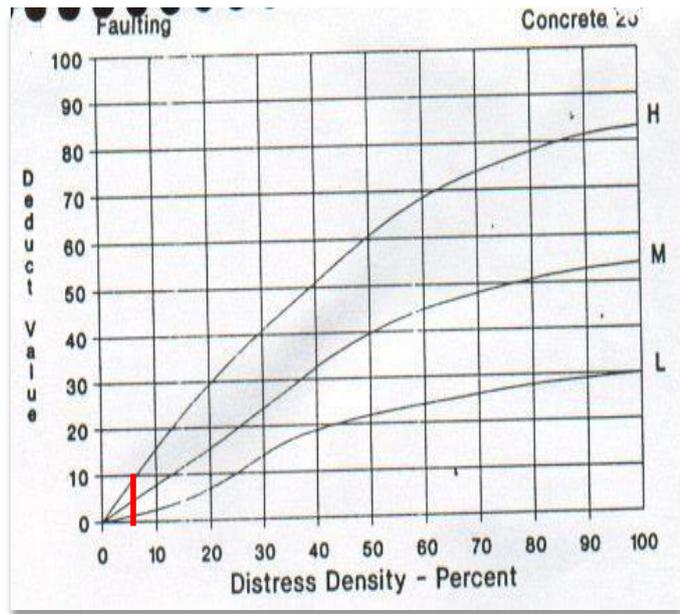
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	2.00	5.00	11.70
10.00	3.60	10.00	23.40
15.00	5.20	14.50	32.80
20.00	6.70	19.00	39.40
25.00	8.30	22.40	44.50
30.00	9.90	25.20	48.70
35.00	11.50	27.60	52.30
40.00	13.20	29.60	55.30
45.00	14.70	31.40	58.10
50.00	15.70	33.00	60.40
55.00	16.60	34.50	61.70
60.00	17.50	35.80	62.90
65.00	18.30	37.10	64.00
70.00	19.00	38.20	65.00
75.00	19.70	39.20	65.90
80.00	20.30	40.20	66.80
85.00	20.90	41.20	67.60
90.00	21.40	42.00	68.40
95.00	22.00	42.90	69.20
100.00	22.50	43.70	69.90



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". 2005**

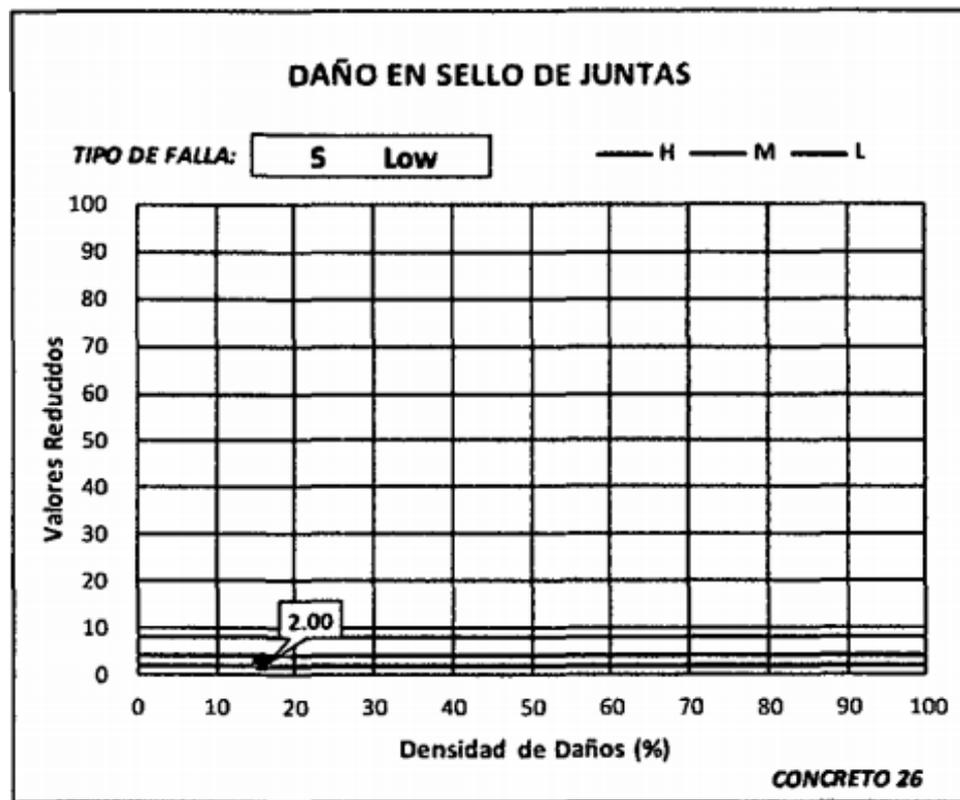
## Escala

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	1.50	3.90	7.70
10.00	3.30	8.00	15.40
15.00	5.00	12.00	23.00
20.00	7.50	16.00	29.70
25.00	10.90	20.10	35.30
30.00	13.70	24.10	40.70
35.00	16.10	28.10	46.00
40.00	18.10	32.20	51.00
45.00	19.90	36.20	56.40
50.00	21.60	39.90	61.00
55.00	23.00	42.40	64.90
60.00	24.00	44.10	67.70
65.00	24.90	45.70	70.30
70.00	25.80	47.20	72.70
75.00	26.70	48.60	74.90
80.00	27.40	49.90	77.00
85.00	28.20	51.10	78.90
90.00	28.90	52.20	80.80
95.00	29.50	53.30	82.50
100.00	30.10	54.00	84.20



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

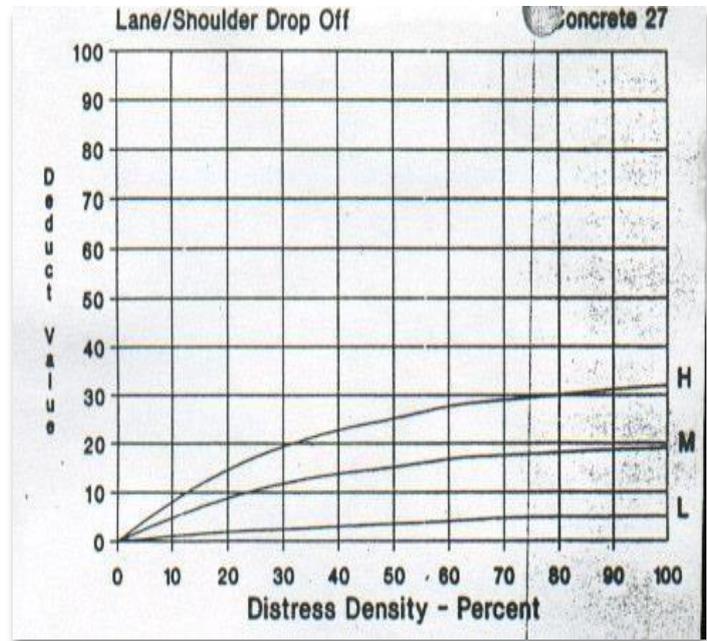
## Deterioro del Sello de Junta



*Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005*

## Desnivel de Carril/Berma

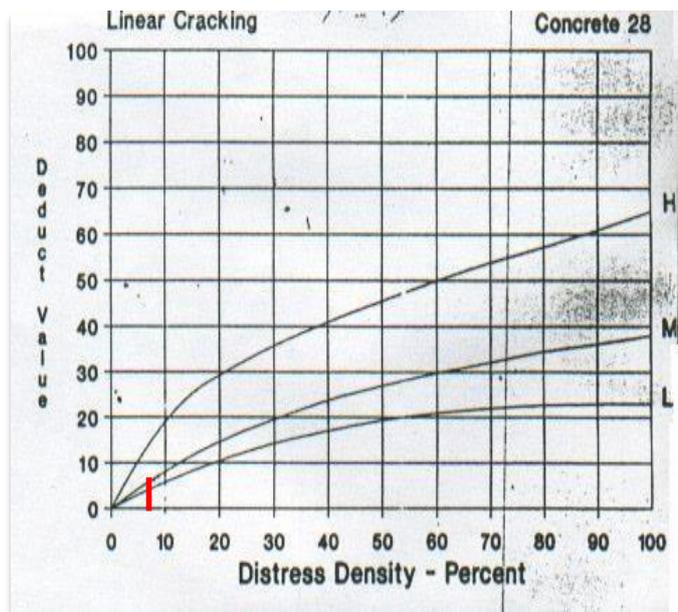
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	0.80	2.60	4.10
10.00	1.30	4.60	7.60
15.00	1.60	6.40	10.90
20.00	2.00	8.40	14.10
25.00	2.30	10.00	17.20
30.00	2.60	11.30	19.50
35.00	2.80	12.40	21.80
40.00	3.10	13.30	23.20
45.00	3.30	14.10	24.30
50.00	3.50	14.90	25.40
55.00	3.80	15.60	26.40
60.00	4.00	16.20	27.30
65.00	4.20	16.80	28.10
70.00	4.40	17.30	28.80
75.00	4.60	17.80	29.50
80.00	4.80	18.20	30.20
85.00	5.00	18.70	30.80
90.00	5.20	19.10	31.40
95.00	5.30	19.40	31.90
100.00	5.50	19.80	32.50



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Grietas Lineales (Longitudinales, diagonales y transversales)

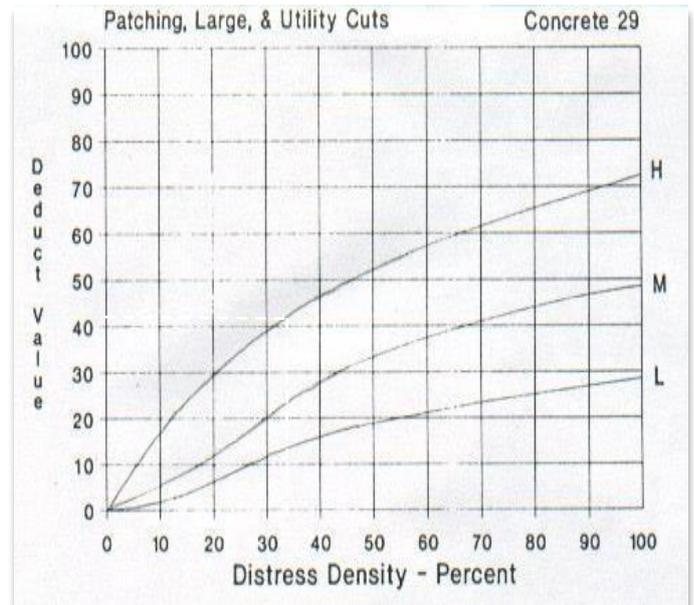
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Parche Grande

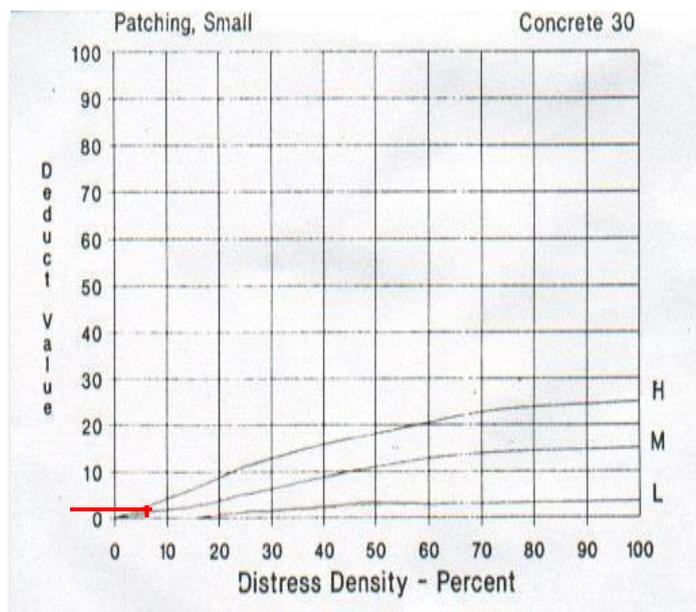
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	41.00
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". 2005**

## Parche Pequeño

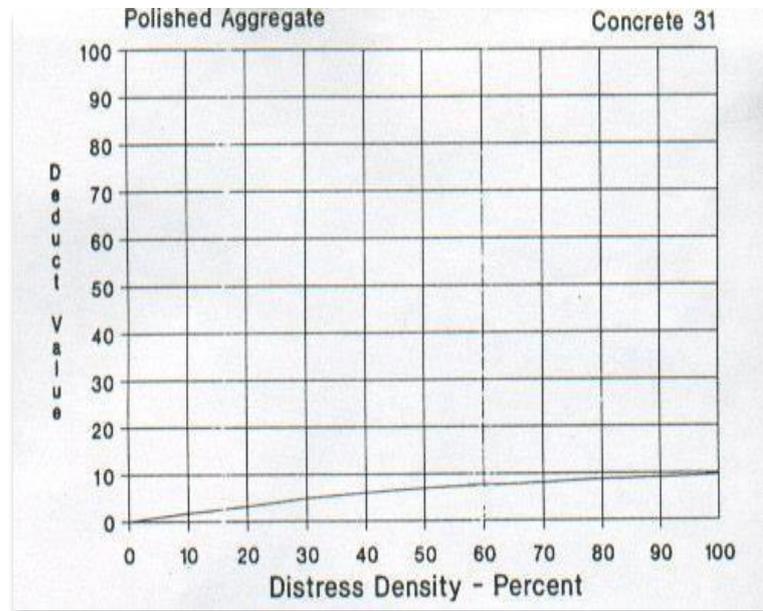
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00		0.90	2.20
10.00		1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Pulimento de Agregado

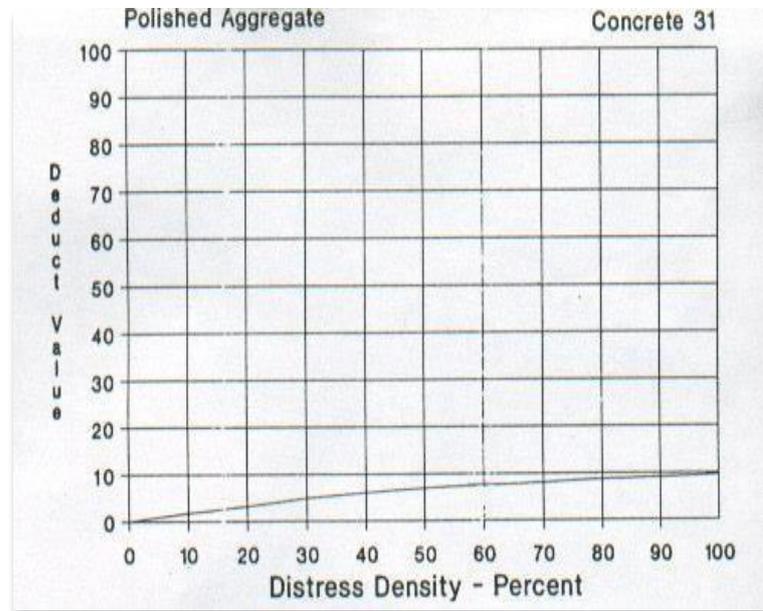
Densidad	Valor Deducido B,M,A
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Desprendimiento

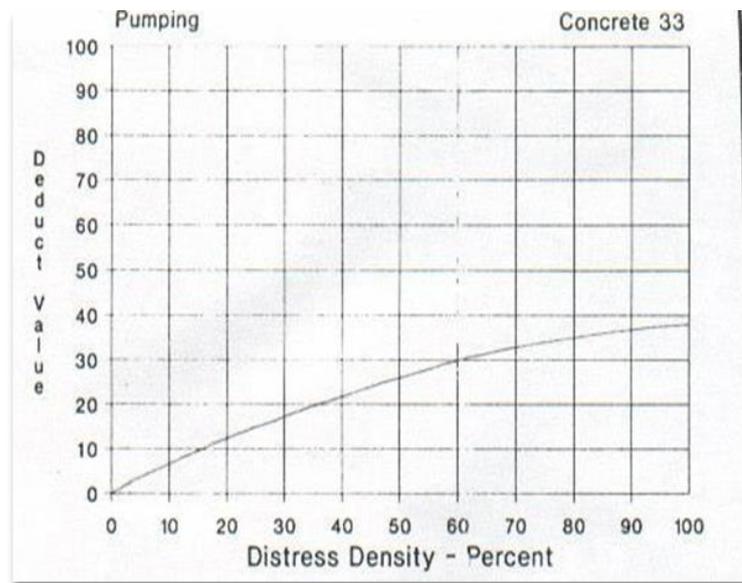
Densidad	Valor Deducido B,M,A
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Bombeo

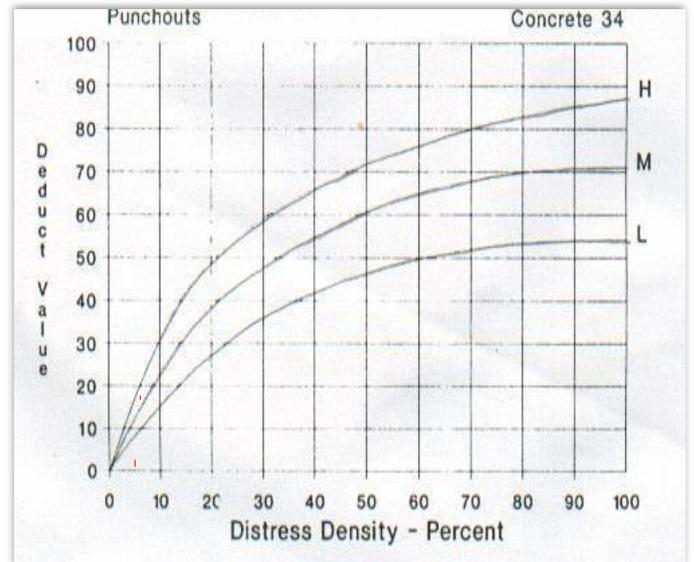
Densidad	Valor Deducido
	L,M,H
5.00	3.60
10.00	6.70
15.00	9.50
20.00	12.20
25.00	14.90
30.00	17.40
35.00	19.90
40.00	22.50
45.00	24.30
50.00	26.10
55.00	27.60
60.00	29.40
65.00	30.90
70.00	32.50
75.00	34.00
80.00	34.90
85.00	35.70
90.00	36.50
95.00	37.20
100.00	38.00



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Punzonamiento

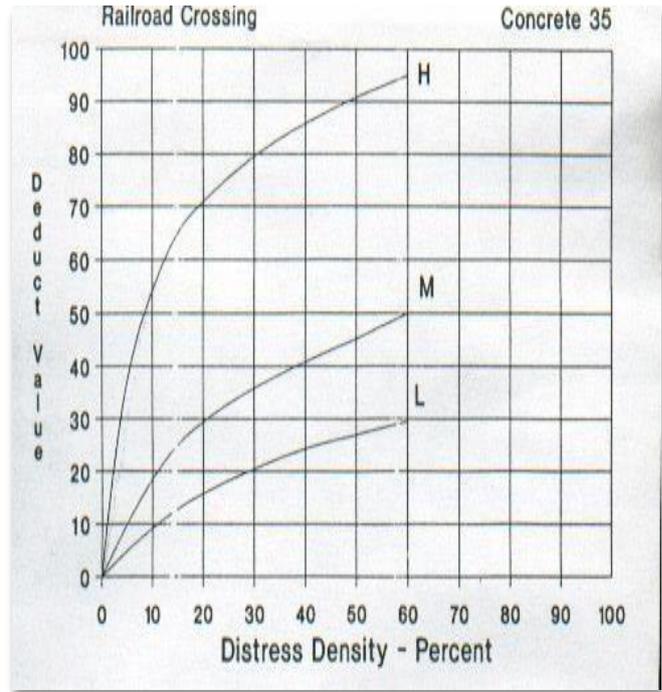
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
5.00	7.30	11.60	15.60
10.00	14.50	22.90	31.80
15.00	21.60	32.30	41.90
20.00	27.36	39.00	49.10
25.00	31.90	44.20	54.60
30.00	35.60	48.40	59.20
35.00	38.80	52.00	63.00
40.00	41.50	55.10	66.30
45.00	43.90	57.80	69.30
50.00	46.10	60.30	71.90
55.00	48.10	62.50	74.30
60.00	49.80	64.50	76.40
65.00	51.50	66.40	78.40
70.00	52.70	68.00	80.30
75.00	53.30	68.90	82.00
80.00	53.60	69.40	83.40
85.00	53.90	69.90	84.30
90.00	54.20	70.30	85.10
95.00	54.50	70.80	86.00
100.00	54.80	71.20	86.80



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Cruce de Vía Férrea

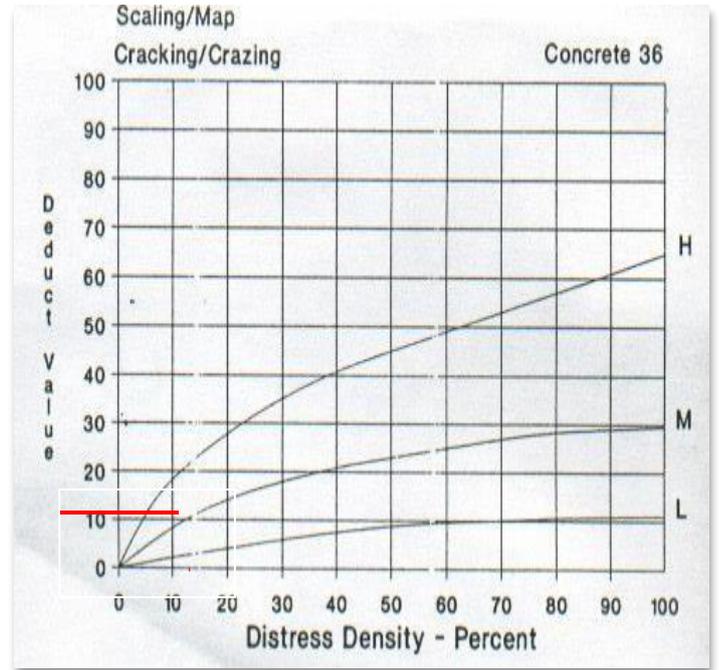
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	4.70	9.10	29.00
10.00	8.60	17.60	54.30
15.00	13.20	24.60	63.50
20.00	16.50	29.50	70.00
25.00	19.00	33.40	75.10
30.00	21.10	36.50	79.30
35.00	22.90	39.20	82.50
40.00	24.40	41.50	85.80
45.00	25.70	43.50	88.50
50.00	26.90	45.40	90.90
55.00	28.00	47.00	93.00
60.00	29.00	48.50	95.00
65.00			
70.00			
75.00			
80.00			
85.00			
90.00			
95.00			
100.00			



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Desconchamiento, Mapa , Craquelado

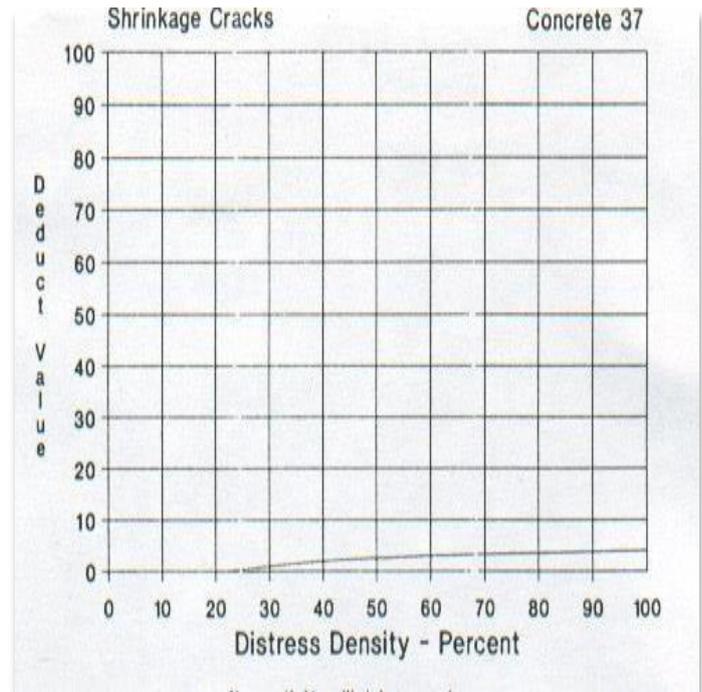
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	1.20	4.20	9.30
10.00	2.10	8.00	17.30
15.00	3.80	11.90	24.20
20.00	5.00	14.60	29.10
25.00	5.90	16.70	33.00
30.00	6.70	18.50	36.10
35.00	7.30	20.00	38.70
40.00	7.90	21.20	41.00
45.00	8.30	22.40	43.00
50.00	8.80	23.40	44.80
55.00	9.20	24.30	47.00
60.00	9.50	25.10	49.20
65.00	9.90	25.90	51.20
70.00	10.20	26.60	53.20
75.00	10.50	27.30	55.20
80.00	10.70	27.90	57.30
85.00	11.00	28.50	59.30
90.00	11.20	29.00	61.30
95.00	11.40	29.50	63.30
100.00	11.70	30.00	65.30



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Grieta de Retracción

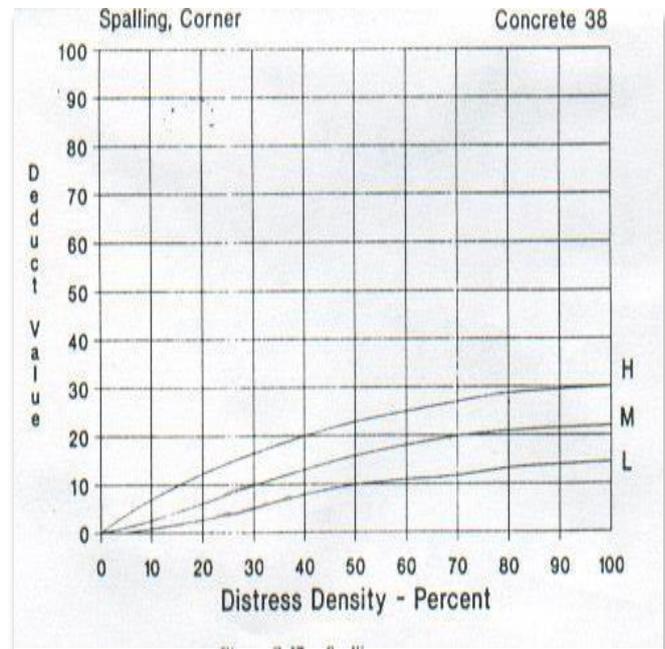
Densidad	Valor Deducido
	B
5.00	
10.00	
15.00	
20.00	
25.00	0.50
30.00	1.00
35.00	1.40
40.00	1.80
45.00	2.10
50.00	2.40
55.00	2.60
60.00	2.90
65.00	3.10
70.00	3.30
75.00	3.50
80.00	3.60
85.00	3.80
90.00	4.00
95.00	4.10
100.00	4.30



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Descascaramiento de Esquina

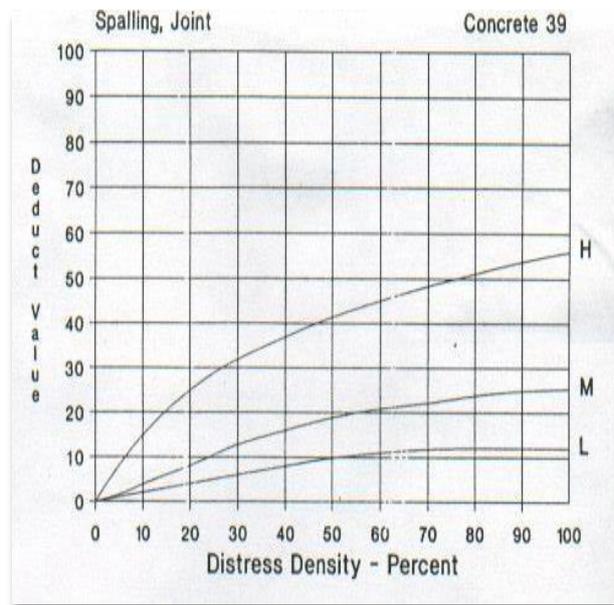
Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

## Descascaramiento de Junta

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
5.00	1.40	2.00	7.00
10.00	2.40	4.00	13.40
15.00	3.20	6.10	19.70
20.00	4.20	8.30	24.20
25.00	5.40	10.80	28.50
30.00	6.50	12.80	31.90
35.00	7.63	14.50	34.90
40.00	8.10	16.00	37.40
45.00	8.80	17.30	39.70
50.00	9.40	18.40	41.70
55.00	9.90	19.50	43.50
60.00	10.40	20.40	45.20
65.00	10.90	21.30	46.70
70.00	11.30	22.10	48.10
75.00	11.70	22.90	49.40
80.00	12.10	23.60	50.60
85.00	12.40	24.20	51.80
90.00	12.70	24.90	52.90
95.00	13.00	25.50	53.90
100.00	13.30	26.00	54.90



**Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". 2005**

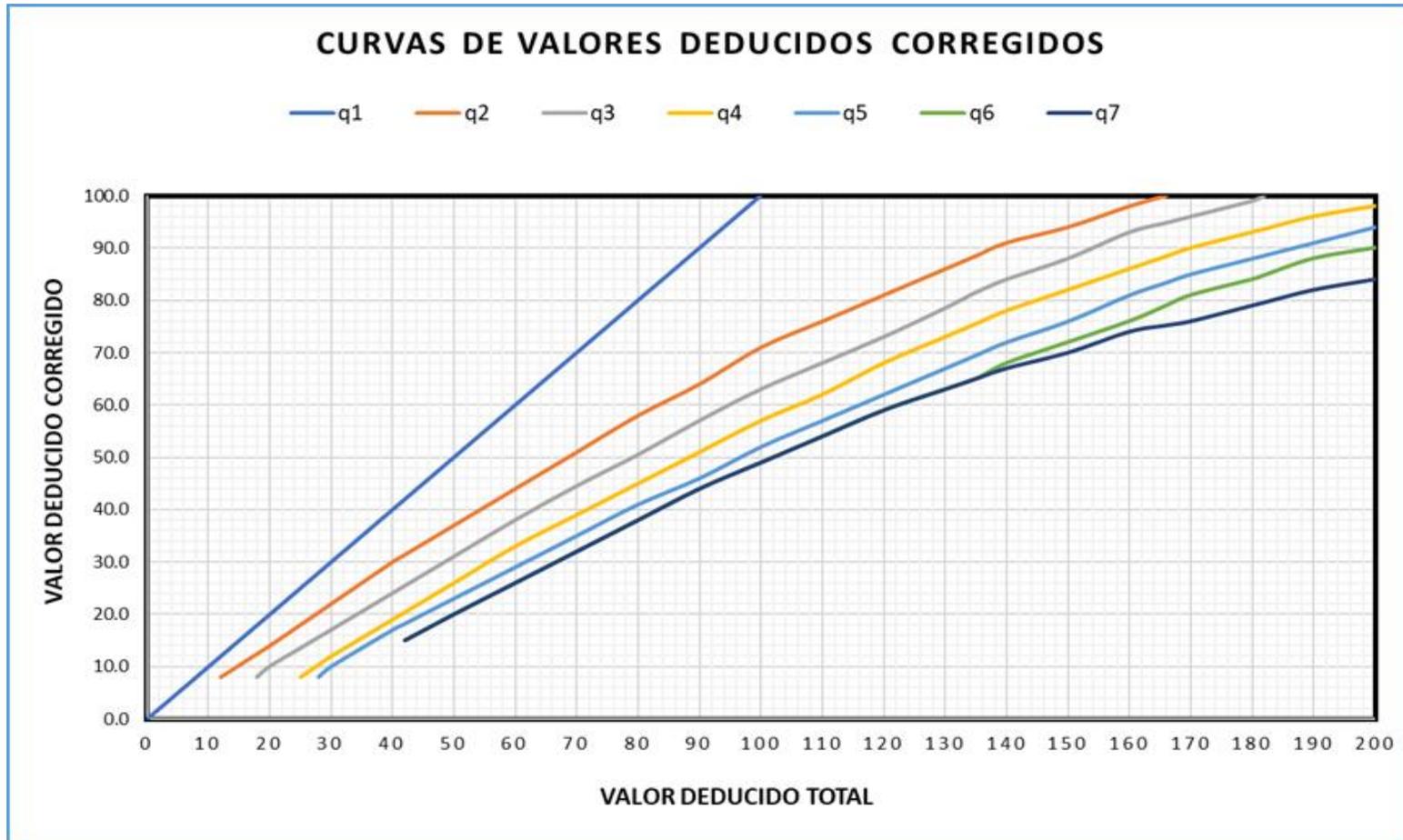
## VALOR REDUCIDO CORREGIDO (CDV)

*Tabla N°19. Valores Reducidos Corregidos*

VDT	Valor Deducido Corregido						
	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	q <sub>6</sub>	q <sub>7</sub>
0	0.0						
10	10.0						
12	12.0	8.0					
18	18.0	12.5	8.0				
20	20.0	14.0	10.0				
25	25.0	18.0	13.5	8.0			
28	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190				96.0	91.0	88.0	82.0
200				98.0	94.0	90.0	84.0

*Fuente: Elaboración Propia*

## CURVA DE VALORES DEDUCIDOS CORRERIGIDOS



*Fuente: Elaboración Propia*

## PANEL FOTOGRÁFICO

*Imagen N° 52 Falla de Tipo Losa Dividida de Severidad Media*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen N° 53 Av. Gonzáles Prada*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen N° 54 Av. Gonzáles Prada con presencia de Parche Grande y Daño de Sello en las Juntas**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 55. Falla de tipo descascaramiento de junta de severidad media, presente en el Jr. Plaza de Armas**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N°56. Jr. Plaza de Armas con presencia de grietas lineales y falla tipo pulimento de agregados**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 57. Falla de tipo parche grande y pulimento de agregados presente en el Jr. Sucre**



**Fuente: Elaboración Propia**

***Imagen N° 58. Falla de tipo parche grande presente en el Jr. Sucre***



***Fuente: Elaboración Propia***

***Imagen N° 59. Grietas lineales, parche grande y pulimento de agregados presentes en el Jr. Gonzáles Prada***



***Fuente: Elaboración Propia***

**Imagen N° 60. Grietas lineales, parche grande y pulimento de agregados presentes en el Jr. Gonzáles Prada**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 61. Falla de tipo escala de severidad alta en el Jr. Raimondi**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 62. Falla de tipo losa dividida en el Jr. Bolívar**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 63. Grietas lineales y levantamientos en el Jr. Manco Cápac**



**Fuente: Elaboración Propia**

***Imagen N° 64. Jr. Huayna Cápac con pulimento de agregados***



***Fuente: Elaboració Propia***

***Imagen N° 65. Jr. Raimondi con deterioro de juntas, escala, levantamientos, losas divididas y grietas lineales***



***Fuente: Elaboración Propia***

***Imagen N° 66. Jr. Sucre con deterioro del sello de junta, grietas lineales y parche grande***



***Fuente: Elaboración Propia***

***Imagen N° 67. Falla tipo pulimento de agregados y grietas lineales, encontradas en el Jr. Huayna Cápac***



***Fuente: Elaboración Propia***

**Imagen N° 68. Jr. Plaza de Armas con grieta en esquina, grietas lineales  
y pulimento de agregados**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 69. Jr. Plaza de Armas con grietas lineales, desprendimiento  
de disgregación de áridos y presencia de parche grande**



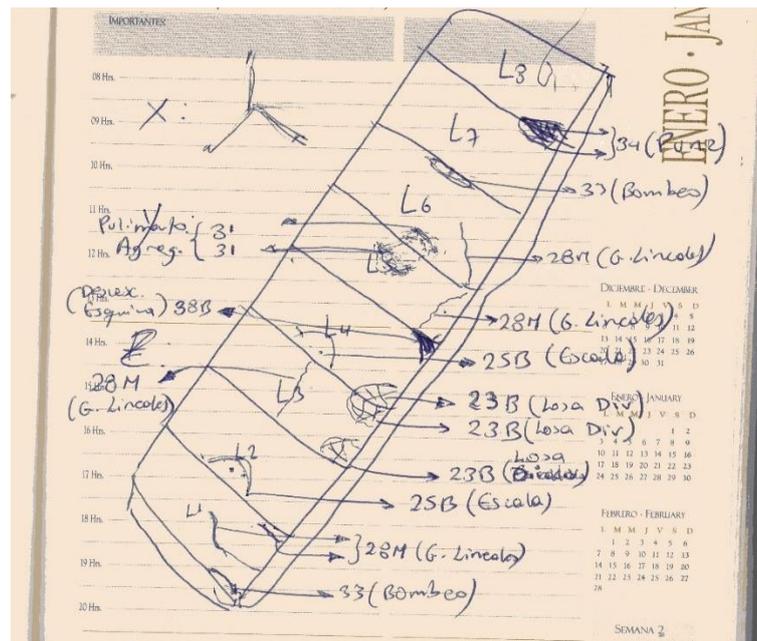
**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 70. Jr. Plaza de Armas con grietas lineales**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Imagen N° 71. Formato manual para la toma de datos en el Jirón Bolívar**



**Fuente: Elaboración Propia**

# PLANOS