



---

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE  
INCIDENCIAS DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO  
RÍGIDO DEL JIRÓN SAN MARTÍN, JIRÓN CHICLAYO, CALLE  
22 DE AGOSTO, JIRÓN FRANCISCO OCAÑA Y RUTA 2A, DEL  
DISTRITO DE CANCHAQUE, PROVINCIA DE  
HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA - DICIEMBRE  
2017”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
BACH. EDINSON GUERRERO CHOQUEHUANCA

ASESOR:  
Mgtr. CARMEN CHILON MUÑOZ  
PIURA – PERÚ

2018

**JURADO EVALUADOR**

Mgtr. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA  
PRESIDENTE DEL JURADO

Mgtr. WILMER OSWALDO CORDOVA CORDOVA  
SECRETARIO DEL JURADO

Ing. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS  
MIEMBRO DEL JURADO

## **HOJA DE AGRADECIMIENTO**

### **AGRADECIMIENTO**

**A Dios y a la Virgen:** por brindarme salud , bienestar físico y espiritual.

**A Mis Padres:** Por su apoyo incondicional y constante, durante mi formación tanto personal como profesional.

A la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, de manera especial a la escuela de Ing. Civil por su importante aporte para mi formación profesional.

## **DEDICATORIA**

A Dios y a la Virgen por iluminarme todos los días y fortalecerme en momentos difíciles durante mi formación.

A mis padres, quienes con su apoyo incondicional y esfuerzo en todo momento me ayudaron a lograr satisfactoriamente mi meta

## RESUMEN Y ABSTRACT

### RESUMEN

Con el actual estudio de investigación se logró determinar el nivel de incidencia de las patologías del concreto del pavimento rígido en las calles del casco urbano del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba - Piura, se examinaron 03 cuadras del Jr. San Martín, 01 cuadras del Jr. Chiclayo; 03 cuadras de la calle 22 de agosto: 01 cuadra del Jr. Francisco Ocaña; y 02 Cuadras de la ruta 2A, analizándose las cuadras in situ para poder obtener su incidencia de patologías del concreto. Se recabo información in situ utilizando una hoja de inspección para unidad de muestra analizando cuadra tras cuadra. En las hoja de inspecciones para unidad de muestra se detalla el nombre de la calle, el número de cuadras, cantidad de paños (Losas de concreto del pavimento), dimensiones de los paños, área total de la muestra, ubicación e incidencia de las patologías del concreto en el pavimento rígido.

Con la información adquirida in situ se definió las incidencias de las patologías de concreto en el pavimento rígido de las calles en estudio, teniendo como base la revisión literaria, que nos ayuda a tener claros los conceptos, tipos de pavimentos, patologías de los mismos, etc. A tener encuentra en el presente estudio.

Los objetivos de esta investigación es: Identificar las patologías que se presentan en el pavimento rígido del Jr. San Martín, Jr. Chiclayo; calle 22 de agosto, Jr. Francisco Ocaña; y ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba –Piura; Determinar el Nivel o Grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento en estudio y Obtener el estado actual y condición de servicio del pavimento Rígido.

Siendo el principal objetivo determinar y evaluar las patologías o fallas existentes en el pavimento Rígido del Jr. San Martín, Jr. Chiclayo; calle 22 de agosto, Jr. Francisco Ocaña; y ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba –Piura, aplicando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) atreves de la inspección visual para determinar el índice de condición del pavimento, tomando 03 cuadras del Jr. San Martín, 01 cuadras del

Jr. Chiclayo; 03 cuadras de la calle 22 de agosto: 01 cuadra del Jr. Francisco Ocaña; y 02 Cuadras de la ruta 2A, las que serán evaluados detalladamente para identificar las patologías existentes y lograr obtener el estado actual.

De los análisis de investigación encontramos los siguientes resultados en los cuales nos arroja que las calles en estudio se encuentran en estado “Malo” obteniendo un índice promedio de condición de pavimento, para las calles: 01, 02, 03 cuadras del Jr. San Martín, 01 cuadras del Jr. Chiclayo; 04, 05, 06 cuadras de la calle 22 de agosto: 01 cuadra del Jr. Francisco Ocaña; y 06,07 Cuadras de la ruta 2A de Canchaque – Piura, las patologías con mayor incidencia en las calles en estudio son fisuras longitudinales y transversales, grietas tipo malla, fisuras por hundimiento y grietas de esquina:

En el Jr. San Martín la patología que más prevalece es patología tipo malla con una densidad de 21.65% y la patología de menor densidad es la tipo grieta transversal y hundimiento o asentamiento con 1.03%.

## **ABSTRACT.**

With the current research study it was possible to determine the level of incidence of the pathologies of the concrete of the rigid pavement in the streets of the urban area of the District of Canchaque, Province of Huancabamba - Piura, they examined 03 blocks of the Jr. San Martin, 01 blocks from Jr. Chiclayo; 03 blocks from August 22 street: 01 block from Jr. Francisco Ocaña; and 02 blocks of route 2A, analyzing the blocks in situ to obtain their incidence of concrete pathologies. Information was collected in situ using an inspection sheet for sample unit analyzing block after block. On the inspection sheet for the sample unit, the name of the street, number of blocks, number of panes (paving slabs of concrete), dimensions of the panes, total area of the sample, location and incidence of the pathologies are detailed. of concrete in the rigid pavement.

With the information acquired in situ, the incidences of concrete pathologies in the rigid pavement of the streets under study were defined, based on the literary review, which helps us to have clear concepts, types of pavements, pathologies thereof, etc. To have found in the present study.

The objectives of this research is: Identify the pathologies that occur in the rigid pavement of Jr. San Martin, Jr. Chiclayo; street August 22, Jr. Francisco Ocaña; and route 2, of the District of Canchaque, Province of Huancabamba -Piura; Determine the level or degree of affectation of the pathologies that occur in the pavement under study and obtain the current status and service condition of the rigid pavement.

The main objective being to determine and evaluate the pathologies or faults in the Rigid pavement of Jr. San Martin, Jr. Chiclayo; street August 22, Jr. Francisco Ocaña; and 2nd route, from the District of Canchaque, Province of Huancabamba -Piura, applying the Pavement Condition Index (PCI) method through visual inspection to determine the condition index of the pavement, taking 03 blocks from Jr. San Martin, 01 blocks from Jr. Chiclayo; 03 blocks from August 22 street: 01 block from Jr. Francisco Ocaña; and 02 blocks of route 2A,

which will be evaluated in detail to identify the existing pathologies and achieve the current status.

From the research analysis we find the following results in which we find that the streets under study are in a "bad" state, obtaining an average pavement condition index for streets: 01, 02, 03 blocks from Jr. San Martin, 01 blocks of Jr. Chiclayo; 04, 05, 06 blocks of the street August 22: 01 block of Jr. Francisco Ocaña; and 06.07 Blocks of the route 2A of Canchaque - Piura, the pathologies with greater incidence in the streets in study are longitudinal and transversal cracks, cracks type mesh, cracks for sinking and cracks of corner:

In Jr. San Martin, the most prevalent pathology is mesh type pathology with a density of 21.65% and the pathology with the lowest density is the transversal crack type and subsidence or settlement with 1.03%.

## CONTENIDO

TITULO.....	i
JURADO EVALUADOR.....	ii
HOJA DE AGRADECIMIENTO.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN Y ABSTRACT.....	v
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vii
CONTENIDO.....	ix
INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS.....	xii
INDICE DE GRAFICOS.....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xiv
I.- INTRODUCCIÓN.....	15
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	17
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
a)    Caracterización del problema.....	17
2.2.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
2.3.    JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
III.    REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	20
3.1.    ANTECEDENTES.....	20
3.1.1. Antecedentes Internacionales:.....	20
3.1.2. Antecedentes Nacionales.....	33
3.1.3. Antecedentes Locales.....	35
3.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	38
3.2.1 DEFINICIONES.....	38
3.2.1.1 Pavimento.....	38
3.2.1.2 Pavimentos Rígidos:.....	38
a) Subrasante.....	39

b) Subbase .....	39
c) Losa .....	39
3.2.2 PATOLOGIAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS .....	39
Fallas de Superficie .....	40
Fallas Estructurales.....	40
3.2.2.1 TIPOS DE PATOLOGÍAS .....	40
1. Fisuras longitudinales:.....	40
2. Fisuras transversales:.....	40
3. Fisuras en esquina .....	41
4. Descascaramientos en juntas y fisuras: .....	41
5. Fisuras por durabilidad:.....	41
6. Fisuras por retracción: .....	41
7. Desintegración:.....	41
8. Baches: .....	41
9. Levantamiento de losas: .....	42
10. Escalonamiento de juntas y grietas: .....	42
11. Bombeo: .....	42
12. Textura inadecuada:.....	42
13. Daños en el sellado de juntas: .....	42
VIDA UTIL .....	43
DURABILIDAD .....	43
3.2.2.2 EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS .....	44
3.2.2.3 IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS.....	44
3.2.2.4 OBJETIVIDAD EN LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS .....	44
3.2.2.5 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO.....	45
3.2.2.6 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO .....	46
3.2.2.7 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – PAVEMENT CONDITION INDEX) .....	46
3.2.2.8 OBJETIVOS DEL PCI .....	47

3.2.2.9	TERMINOLOGÍA .....	48
3.2.2.10	MATERIALES E INSTRUMENTOS .....	49
3.2.2.11	MUESTREO Y UNIDAD DE MUESTRA .....	49
3.2.2.12	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	50
IV.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
4.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
4.1.1.	NIVEL DE INVESTIGACION DEL PROYECTO .....	51
4.1.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	51
4.2.	UNIVERSO Y MUESTRA: .....	52
4.2.2	POBLACION O MUESTRA .....	52
4.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIÓN DE LAS VARIABLES .....	53
4.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	54
4.5.	PLAN DE ANÁLISIS .....	54
4.6	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	55
V.-	RESULTADOS .....	57
5.1.-	RESULTADOS.....	57
4.2.-	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	77
VI.-	CONCLUSIONES .....	78
VII.	RECOMENDACIONES .....	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
	ANEXOS .....	82

## INDICE DE GRAFICOS, TABLA Y CUADROS

### INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Fisuración Tipo malla.....	22
Grafico 2: Fracturamiento en Juntas.....	27
Grafico 3: Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.....	32
Grafico 4: Avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz en el departamento de Chuquisaca – Bolivia .....	32
Grafico 5: Curvas de valores deducidos del pavimento hidráulico .....	60
Grafico 6: PCI del Jr.: San Martin, del Distrito de Canchaque .....	61
Grafico 7: Densidad de Patologías del Jr.: San Martin, del Distrito de Canchaque .....	61
Grafico 8: PCI del Jr. Chiclayo, del Distrito de Canchaque .....	65
Grafico 9: Densidad de Patologías del Jr. Chiclayo, del Distrito de Canchaque.....	65
Grafico 10: PCI de la Calle 22 de Agosto, del Distrito de Canchaque.....	69
Grafico 11: Densidad de Patologías, del Distrito de Canchaque.....	69
Grafico 12: PCI del Jr. Juan Francisco Ocaña, del Distrito de Canchaque .....	71
Grafico 13: Densidad de Patologías del Jr. Juan Francisco Ocaña, del Distrito de Canchaque .....	72
Grafico 14: PCI de la Vía de Penetración 2A, en el distrito de Canchaque .....	75
Grafico 15: Densidad de Patologías de la Vía de Penetración 2A, en el distrito de Canchaque .....	75
Grafico 16: Análisis de Resultados obtenidos del PCI.....	77
Grafico 17: – Jr. San Martin Cuadra 1; Fisura Transversales y Longitudinales.....	82
Grafico 18: Jr. San Martin Cuadra 2; Fisura Tipo Malla.....	82
Grafico 19: Jr. San Martin Cuadra 3; Fisura Tipo Hundimiento y Tipo Malla.....	83
Grafico 20: Jr. Chiclayo; Fisura transversal y Fisura Malla.....	83
Grafico 21: Calle 22 de Agosto Cuadra 4, Fisura por Hundimiento .....	84
Grafico 22: Calle 22 de Agosto Cuadra 4, Fisura de Esquina .....	84
Grafico 23: Calle 22 de Agosto Cuadra 6; Fisuras Transversales y Longitudinales. ....	85
Grafico 24: Jr. Francisco Ocaña Cuadra 2; Fisuras por Hundimiento.....	85
Grafico 25: Ruta de penetración 2A Piura – Huancabamba; Fisuras Tipo Malla.....	86

Grafico 26: Ruta de penetración 2A Piura – Huancabamba; Fisura Por Hundimiento. ....	86
Grafico 27: Curvas para Pavimentos de Concreto- Grieta de esquina .....	87
Grafico 28: Curvas para Pavimentos de Concreto- Grieta Lineal .....	87
Grafico 29: Curvas para Pavimentos de Concreto- Punzamiento .....	88
Grafico 30: Curvas para Pavimentos de Concreto- Retraccion .....	88
Grafico 31: Curvas de valores deducidos corregidos para Pavimentos de Concreto Hidraulico .....	89
Grafico 32: Plano de ubicación de unidades de muestra del área de estudio .....	90
Grafico 33: Plano de Ámbito de Influencia del Proyecto.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hoja de registro de la unidad de muestra N°01, ubicado en el centro del distrito de Canchaque, Jr. San Martin .....	58
Tabla 2: Calculo de los valores Reducidos Corregidos .....	59
Tabla 3: Hoja de registro de la unidad de muestra N°02, ubicado en el centro del distrito de Canchaque, Jr. Chiclayo .....	63
Tabla 4: Calculo de los valores Reducidos Corregidos .....	64
Tabla 5: Hoja de registro de la unidad de muestra N°03, ubicado en el centro del distrito de Canchaque, Calle 22 de Agosto .....	67
Tabla 6: Calculo de los valores Reducidos Corregidos .....	68
Tabla 7: Hoja de registro de la unidad de muestra N°04, ubicado en el centro del distrito de Canchaque, Jr. Juan Francisco Ocaña.....	70
Tabla 8: Calculo de los valores Reducidos Corregidos .....	71
Tabla 9: Hoja de registro de la unidad de muestra N°05, ubicado en el centro del distrito de Canchaque, Vía de Penetración 2ª .....	73
Tabla 10: Calculo de los valores Reducidos Corregidos .....	74
Tabla 11: Tabla de Indice de PCI Promedio .....	77

## **I.- INTRODUCCIÓN**

En el contexto globalizado actual, los pavimentos serán las infraestructuras claves del siglo XXI, ya que viajar da mayor ventaja y confort comparado con otro tipo de estructuras viales; por ejemplo, una de las principales ventajas es que permite recorrer grandes distancias en un periodo de tiempo mucho menor al que se haría empleando otro medio. Estas ventajas han hecho que el número de estructuras viales se han incrementado rápidamente en los últimos años.

Las pistas son un indicador del ornato de una ciudad, debiendo estar en buenas condiciones de cuidado y transitabilidad.

Las pistas deben ser expeditas, planas y sin ningún tipo de desnivel que imposibilite su transitabilidad para todas las personas y vehículos. Todo pavimento está expuesto a la abrasión y al desgaste por frotamiento y fricción, lo que implica que el concreto debe tener alta resistencia a ello.

Los pavimentos tienen una durabilidad variable según el tipo de suelo en las que se han construido, los materiales utilizados, el proceso constructivo de la misma, las especificaciones para el diseño, supervisión, su uso y vida de servicio proyectada. El mecanismo de desgaste de las veredas es influenciado por otros fenómenos físicos y químicos, como el ambiente bajo el cual opera, condiciones climáticas y la reacción álcali-agregado; siendo la abrasión la variable que más influye en la vida útil en este tipo de obras. Los pavimentos pueden sufrir abrasión como resultado de las operaciones de producción o por el tránsito vehicular y peatonal.

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo principal; determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento Rígido en los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, calles del casco urbano del distrito de

Canchaque, provincia de Huancabamba, departamento de Piura; además, identificar las patologías que se presentan en el Pavimento Rígido, determinar el nivel o grado de severidad de las patologías que se presentan.

La investigación se justifica por la necesidad de conocer cuál es el estado actual y la condición del servicio de la infraestructura de pavimento Rígido en los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, calles del casco urbano del distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba, departamento de Piura.

La metodología a utilizar para el desarrollo de este trabajo de investigación, es la recopilación de antecedentes preliminares, para continuar con la aplicación de diagnóstico y seguimiento enfocado al método del PCI.

En este sentido el presente trabajo se desarrollara aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicara su estado. La metodología de trabajo será del tipo evaluativo visual y a través de un formato de evaluación, se tomara en cuenta patologías que se desprenden de factores como son calidad de agregados, procedimiento constructivo, efecto temperatura y que son grietas, descascaramientos, desconchamientos, alabeos. En este trabajo se analizara la Causa del Daño, Severidad del mismo y Cantidad o Densidad del mismo, para cada cuadra de las calle en estudio.

El estudio a realizar es del tipo descriptivo, analítico, no experimental de corte transversal a Diciembre del 2017, fecha en que se inicia el trabajo de investigación.

## **II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION**

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **a) Caracterización del problema**

Los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura, con una temperatura máxima de 32°C en verano, la temperatura mínima de 12°C en invierno, con torrenciales lluvias en los meses de Diciembre a Abril de esta manera que los procesos de construcción se adaptan a las temperaturas y tiempos necesarios requiere un nivel técnico antes, durante y después de la finalización del proceso de ejecución de un trabajo.

Hemos observado que la gran parte del pavimento en el lugar del estudio está en malas condiciones. La circulación de vehículos de gran tonelaje y el aumento de automóviles que circulan por estas vías, contribuyen con el deterioro del pavimento.

Posiblemente debido a la falta de mantenimiento o al efecto de los años, los agentes físicos y los productos externos en el ambiente se han deteriorado gravemente, se tomó la decisión de elegir este pavimento como base de estudio para la realización de este proyecto de tesis; en este pavimento por lo que se requiere necesariamente una inspección general, pudiendo determinar y evaluar los diferentes tipos de patologías que se presentan.

De esta forma, obtendremos resultados estadísticos del estado actual y las condiciones del servicio de acuerdo al PCI con las patologías encontradas en el área de estudio.

## **b.- Enunciado del problema**

¿En qué medida la determinación y la evaluación de las patologías del pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura, nos permite obtener el estado actual y las condiciones de servicio de dicha infraestructura en funcionamiento?

## **2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las patologías que se presentan en el pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura.
- Determinar el nivel severidad o grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura.

- Obtener el nivel de severidad predominante del pavimento rígido, de acuerdo con los diferentes tipos de patologías que presenta.

### **2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Teniendo en cuenta el problema previo expuesto la investigación se justifica por la necesidad de conocer cuál es el estado actual y la condición del servicio de la infraestructura de pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura., conocer los diferentes tipos de patologías encontradas e identificadas por ellos se empezó el proceso de identificación de patologías, identificando las áreas afectadas en el pavimento para conocer el porcentaje total de daños presentados y el estado actual.

El proyecto de investigación tiene como finalidad hacer de conocimiento general de los resultados obtenidos en el estudio del pavimento, esto permite conocer su estado actual. Se evaluaron 10 cuadras que permitieron llegar a resultados seguros, se pretende tomar las decisiones adecuadas en el diagnóstico de las patologías.

Será de vital importancia para la mejora continua. Sin olvidar que los pavimentos debe cumplir con un tiempo mínimo de vida útil para lo que fueron diseñados, se busca establecer el nivel de vulnerabilidad de las diversas construcciones de vías de comunicación de la región, facilitar mecanismos para la seguridad de la población y los elementos de la construcción, tomando medidas preventivas y realizando adecuados diseños para afrontar eventos extraordinarios como fenómenos del niño y niña, terremotos y otros desastres naturales presentes en nuestra Región.

### **III. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

La historia de la construcción nos muestra varios ejemplos de estructuras que han cumplido satisfactoriamente la vida de servicio proyectada e incluso en algunas ocasiones ésta resultó mayor a la esperada durante su ejecución. Sin embargo otras no logran cumplir satisfactoriamente el ciclo de vida para el cual fueron proyectadas.

Los urbanistas sostienen que las pistas son la expresión más simple del espacio cívico. En principio reconocen la importancia de los vehículos.

Las vías forman parte del espacio público y deben cumplir con diversos requisitos de accesibilidad para que todos los ciudadanos puedan usarlas sin dificultades.

Según la teoría que se maneja a nivel internacional es que las pistas deben ser expeditas, planas y sin ningún tipo de desnivel que imposibilite su transitabilidad para los vehículos y transeúntes.

##### **3.1.1. Antecedentes Internacionales:**

**360° en Concreto<sup>(1)</sup> (Colombia, Noviembre 2013)**, Las fisuras en el concreto, son roturas que aparecen generalmente en la superficie del material, debido a la existencia de tensiones superiores a su capacidad de resistencia, que desarrolla el material mismo por retracciones térmicas o hidráulicas o entumecimientos que se manifiestan generalmente en las superficies libres.

Las losas utilizadas en la pavimentación y canalización, son particularmente susceptibles a la Fisuración, ocasionada por condiciones ambientales desfavorables que afectan estos ele-

mentos de grandes formatos y poco espesor. Para evitar esto es fundamental que el concreto esté dosificado con los contenidos mínimos de cemento y agua necesarios en función de las características de la obra, además de reducir al mínimo las operaciones de acabado de la superficie del elemento. Es aconsejable que una vez finalizadas estas operaciones de acabado, la superficie sea protegida hasta que comience el proceso de curado. Aparte de esto, es de suma importancia que el terreno donde se apoyan estas losas sea un área firme, totalmente nivelada, capaz de soportar cargas previsibles y tener el grado de humedad adecuado en el momento de la colocación del concreto.

Las fisuras que se desarrollan en las losas de concreto se deben, por lo general a descuidos en las prácticas constructivas. Sin embargo si la losa se encuentra en buen estado, es fundamental prevenir con el respectivo cuidado y mantenimiento las fisuras que se pueden presentar sobre el material construido.

Con adecuadas ejecuciones como colocar los conectores paralelamente a la base de sustentación y al eje central de la losa, se puede prevenir la Fisuración transversal y un posible descascaramiento en las juntas. Las fisuras transversales pueden ser causadas también por un fallo del terreno de sustentación o en la resistencia del terreno al deslizamiento del concreto, que es a su vez, consecuencia de sus variaciones dimensionales.

También se pueden presentar fisuras longitudinales, que aparecerán si se ejecutan pavimentos excesivamente anchos en una sola operación. Por ello se estima que el ancho de las losas no debe exceder de los 5 metros, sin una junta de construcción.



Gráfico 1: Fisuración Tipo malla

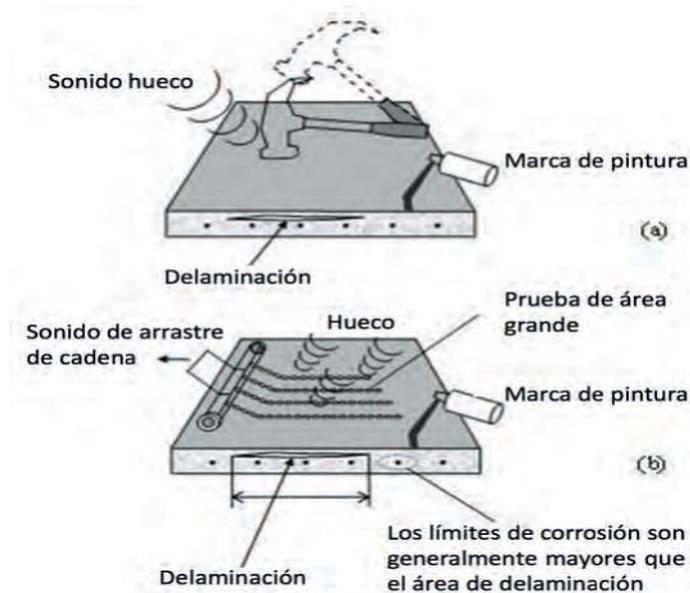
Fuente: Blog 360° de Concreto

**Euclid Group Toxement<sup>(2)</sup> (Colombia 2017), Evaluación del nivel de daño del pavimento.**- El primer paso para generar un proceso de reparación exitoso es determinar en nivel de afectación del pavimento, si el deterioro es superficial, es decir menor a un tercio de la profundidad de la losa, o si es total, es decir que la profundidad del daño supera esta dimensión. Cuando el deterioro es solo superficial se habla de una reparación a profundidad parcial, contrario a esto, cuando se tiene un nivel de afectación superior, se habla de una reparación a profundidad total.

Cuando se inician los trabajos de reparación es posible que la extensión real del deterioro sea mayor al área visiblemente afectada, esto se debe a que pueden existir áreas que ya se encuentra debilitadas pero que aún no se han descascarado, estas zonas deben ser reparadas durante las labores de mantenimiento para evitar un daño prematuro de la reparación.

Para determinar la magnitud de las áreas a reparar se recomienda el uso de una técnica de resonancia, que consiste en detectar las zonas que presentan de laminaciones o fisuras por medio de la determinación de la calidad y tipo de sonido generado al golpear superficialmente el concreto.

El procedimiento consiste en golpear la superficie de concreto con un martillo o una varilla de acero, cuando se utiliza esta técnica un sonido metálico (zumbido) indicará que el concreto se halla en buen estado, por otro lado, si el sonido que se genera es hueco (tambor) indicará áreas debilitadas, esta determinación se puede realizar igualmente con la técnica del arrastre de la cadena la cual es más eficiente en grande áreas, en esta variación, una cadena es arrastrada a lo largo de toda la superficie y el sonido resultante es monitoreado por unos sensores debidamente instalados.



### **Proceso de reparación a profundidad parcial.**

Si se tienen reparaciones con espaciamientos de menos de 60 cm entre ellas, se recomienda realizar una única reparación, esto hace más sencillo el proceso de reparación y disminuye los costos del proyecto.

Cuando los niveles de deterioro son bajos se recomienda optar por una reparación a profundidad parcial, este tipo de reparación comprende la remoción y reemplazo de algunas zonas de la losa, puede emplearse siempre y cuando el daño solo sea superficial.

La ejecución de reparaciones en profundidad parcial se aplica en los siguientes casos:

- Desportillamientos de los labios de las juntas

- Descascaramiento superficial
- Fisuras en las esquinas de las losas.

**Definir los límites de reparación:** los límites de la reparación deben ser extendidos 3 pulgadas (75mm) más allá del área deteriorada, esto se realiza con el fin de asegurar la remoción de todo el concreto defectuoso y permite brindar mayor integridad a la reparación (ver imagen ), la delimitación de la demolición se debe mantener en áreas cuadradas o rectangulares para evitar formas irregulares que puedan causar nuevas fisuras o grietas.



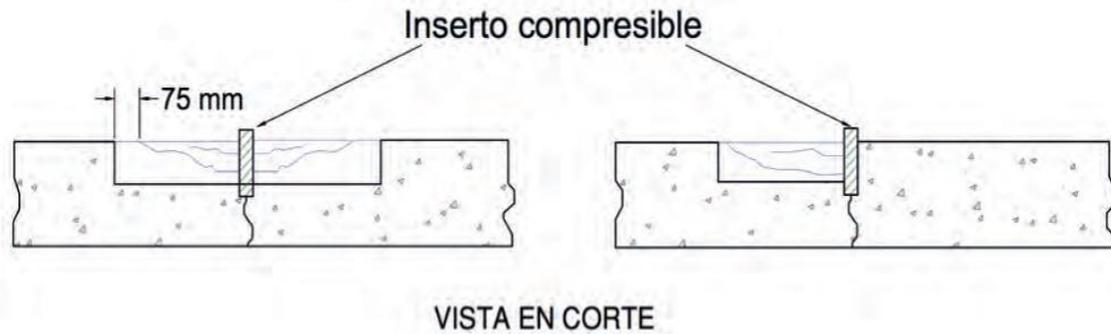
Si se tienen reparaciones con espaciamientos de menos de 60 cm entre ellas, se recomienda realizar una única reparación, esto hace más sencillo el proceso de reparación y disminuye los costos del proyecto.

**Preparación del área a reparar:** Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar, este corte debe tener una profundidad mínima de 50 mm, la demolición se debe realizar con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano, es importante que se usen los equipos apropiados, un martillo neumático demasiado grande podría ocasionar daños más allá de la profundidad necesaria, se recomienda igualmente retirar los escombros con herramientas manuales.

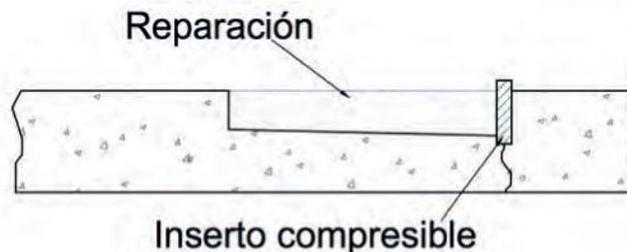
Antes de proceder a instalar el mortero de reparación se debe asegurar un perfil de rugosidad óptimo y una limpieza adecuada de las caras expuestas, el fondo de la reparación y todas las superficies de acero con el fin de generar una buena adherencia del material de reparación. Se debe retirar cualquier partícula o contaminante de la superficie.

**Preparación de las juntas:** antes de verter el material de reparación se debe colocar un

inserto comprensible en las juntas para evitar la adherencia entre losas adyacentes, usualmente se utiliza poliestireno extruido, se debe asegurar que el espesor de la nueva junta sea igual que la junta existente.



**Colocación del material de reparación:** El material de reparación debe ser seleccionado tomando en cuenta los requerimientos de puesta al servicio, espesor de la reparación, exigencias del proyecto, entre otras.



Después de la instalación del mortero se debe proceder a dar el acabado superficial, escoger el método más apropiado para aproximarse al terminado del concreto adyacente.

**Curado:** Para asegurar una reparación con la resistencia y durabilidad especificada, es necesario curar adecuadamente el mortero instalado. Para evitar la pérdida rápida de humedad durante el proceso de colocación se debe hacer uso de un retardante de evaporación como complemento, antes del proceso de curado.

**Sello de juntas:** Resulta indispensables el sello de las juntas del pavimento luego de los proceso de reparación, esto evitará la entrada de humedad o de partículas que no permitan la contracción y expansión adecuada del concreto ocasionando nuevos daños en el

pavimento. Las juntas deben ser cortadas e igualadas a las juntas existentes, conservando el factor de forma ancho: profundidad de 1:1 o máximo 2:1 para juntas mayores a 6 mm.

Es importante que las paredes de las juntas estén limpias para lograr un buen comportamiento del material de sello, por esto luego de realizado el corte de la junta se debe limpiar al interior de esta con un compresor asegurándose que no queden partículas ni material suelto dentro de la junta.

### **Reparación a profundidad Total**

Existen numerosos daños en los pavimentos que podrían justificar la realización de una reparación a profundidad total, frecuentemente estos daños de media y alta severidad, comprenden la remoción y reemplazo de al menos una porción de la losa en todo su espesor, con el fin de restaurar áreas deterioradas.

En ocasiones lo que parece ser un descascamiento en la superficie, en realidad se extiende en toda la profundidad de la losa. Si el concreto en mal estado se extiende en más de un tercio de su espesor, las reparaciones de profundidad parcial deben ser reemplazadas por los procedimientos para el espesor total del pavimento.

La ejecución de reparaciones en profundidad total se aplica en los siguientes casos:

-  Grietas de gran profundidad.
-  Losas con rupturas en 4 o más piezas.
-  Deterioro total de la pasta de cemento.

**Definir los límites de reparación:** Los procedimientos usados para remover el concreto existente no deben ocasionar daños al concreto adyacente o a la base o subbase del pavimento, por lo cual se recomienda aislar la zona a demoler con un corte de sierra en la totalidad de la profundidad del pavimento, se recomienda también realizar un corte secundario a 38 mm al interior de la zona de reparación, lo que evitará daños a las losas circundantes cuando se realice la remoción con una retroexcavadora. La demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático (jack hammer), un martillo de caída libre (drop hammer), o un ariete

hidráulico (hydraulic ram).

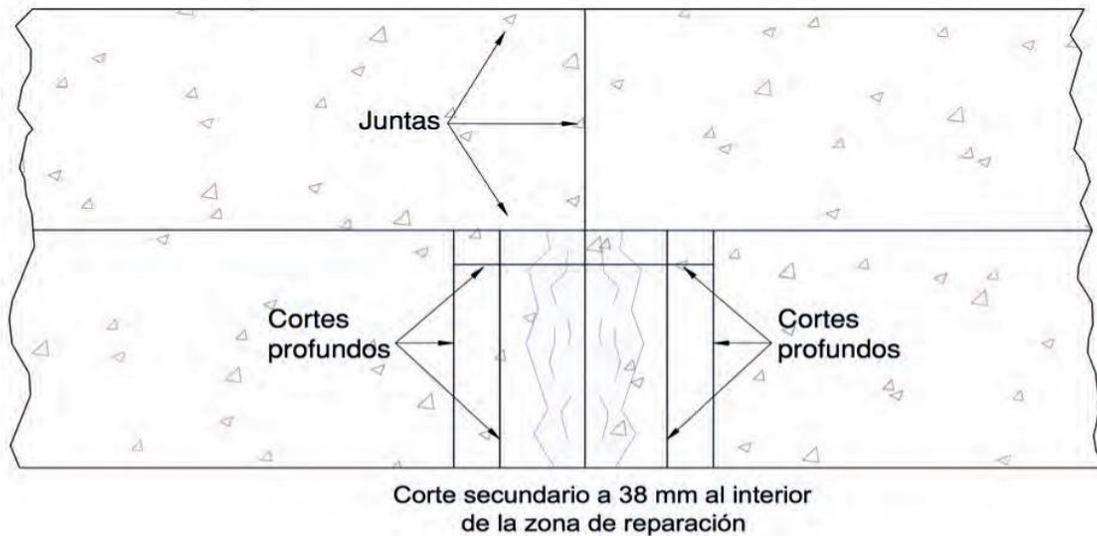
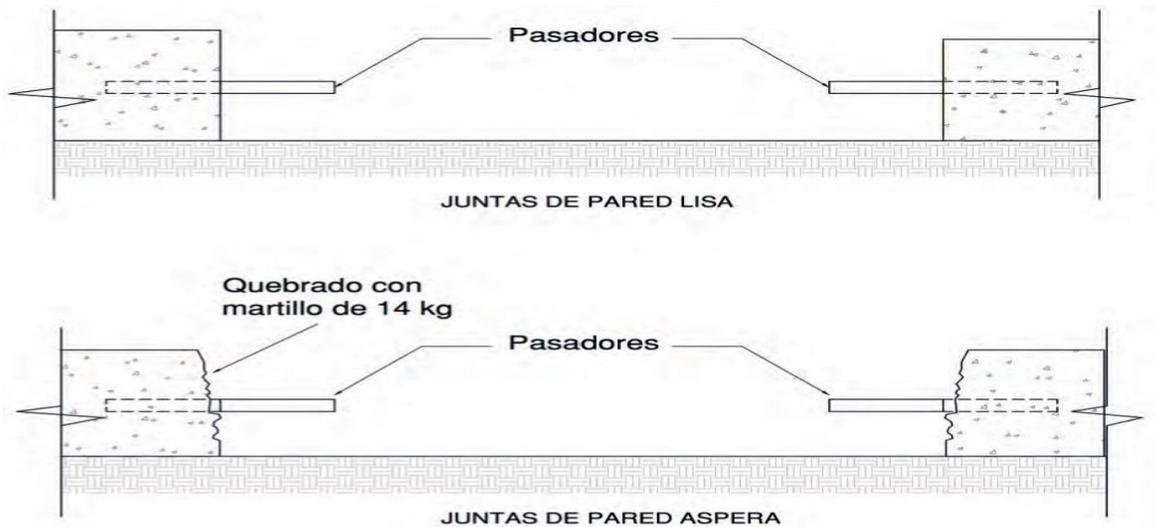


Grafico 2: Fracturamiento en Juntas

Fuente: Toxement

También se puede retirar el concreto deteriorado por medio del izado, este método es el más recomendado porque genera menor impacto en el concreto circundante, después de aislar el área con los cortes a profundidad total se instalan los pernos en varios puntos de la losa para posteriormente levantar la losa en una o varias piezas.

**Preparación del área a reparar:** Luego de la remoción del concreto deteriorado se debe realizar una revisión de la base y subbase con el fin de asegurar que estas se encuentren en condiciones adecuadas para recibir el material de reparación. En caso contrario se recomienda realizar procedimientos de preparación.



Para las reparaciones de profundidad total resulta crítico restablecer la transferencia de carga a través de las juntas reparadas, por lo cual se recomienda la evaluación de las medidas que se deben tomar para no afectar el comportamiento integral del pavimento.

**Preparación de las juntas de aislamiento:** Las juntas de aislamiento son configuradas para asumir los diferenciales de movimiento entre un pavimento y una estructura, normalmente este tipo de juntas es instalado para aislar estructuras como drenajes o para tratar las intersecciones de pavimentos.

**Colocación del concreto de reparación:** Al igual que los morteros en las reparaciones parciales, la selección del tipo de concreto también dependerá de una serie de factores como el tiempo de puesta al servicio, el espesor del pavimento, entre otros, por ejemplo, si es aceptable para el proyecto la instalación de un material con tiempos de curado regulares es posible el uso de un concreto para pavimentos de curado normal.

Sin embargo en la mayoría de los casos, la apertura al tráfico del pavimento es un aspecto crítico y el concreto se debe vaciar tan pronto sea posible después de que las dovelas estén instaladas y la base y subbase preparadas. Bajo estas condiciones es necesario usar un concreto tipo fastrack.

Para obtener reparaciones de buena calidad son críticas la colocación, la vibración, el

acabado, el curado del concreto y el sello de las juntas, estos procedimientos son similares a los realizados en la reparación de profundidad parcial.

**Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones <sup>(3)</sup> (República Dominicana 2016).**- Los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan o colapsan repentinamente, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva. La continúa acción fundamentalmente de las sollicitaciones del tránsito y clima siempre tienen una manifestación en la superficie del pavimento. Se entiende por “daño” o “falla” en un pavimento toda indicación de un desempeño insatisfactorio del pavimento, es decir, todo apartamiento de un comportamiento definido como “perfecto”.

A través de la observación del inicio y la evaluación de estos daños que se van produciendo es posible seleccionar las medidas correctivas más oportunas y adecuadas, que tiendan a neutralizar o al menos retardar este proceso de deterioro, preservando mediante su aplicación la estructura del pavimento y prolongando su vida útil.

Los principios modernos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos se apoyan, precisamente, en diferentes técnicas o procedimientos para evaluar la condición de los pavimentos y destinados en última instancia a caracterizar los procesos de deterioro, a planificar, diseñar y aplicar los remedios necesarios, determinando los mecanismos o causas que los producen, sin lo cual es difícil pensar que se puedan recomendar los métodos más apropiados. Estos procedimientos de evaluación, que comprenden desde el seguimiento y control de la evolución del estado de la red vial, hasta la determinación, in-situ de las áreas a reparar, presentan características bien diferentes según el propósito y uso de la información. Sin embargo, todos ellos tienen una fase de campo en común: la identificación de los daños o manifestaciones de deterioro, visibles en la superficie del pavimento.

El Catálogo de Daños que se presenta en este documento está destinado a eliminar las dificultades que típicamente ocurren en dicha etapa, garantizando un punto de partida más objetivo, preciso y consistente, dentro del organismo vial encargado del mantenimiento. La primera de estas dificultades radica en la falta de uniformidad o acuerdo en la terminología a adoptar para designar un mismo tipo de falla, por parte de los especialistas o ingenieros a cargo de actividades de mantenimiento o rehabilitación de pavimentos.

La ambigüedad de ciertas denominaciones o el uso indiscriminado de estas, pueden generar confusiones a la hora de interpretar las diversas situaciones que demandan o no medidas correctivas.

En este sentido, el catálogo permite definir en forma precisa las diferentes manifestaciones de deterioro que resultan relevantes en el comportamiento de los pavimentos, unificando las distintas denominaciones que pudieran surgir localmente o entre el personal a cargo de las tareas de mantenimiento.

Para facilitar su aplicación se han efectuado algunas simplificaciones. En primer lugar se han seleccionado aquellos daños que son relevantes en las carreteras del país. En este sentido no se pretende una muy extensa relación de todos los daños posibles. De aplicación universal, sino un documento efectivo, adaptado a las condiciones particulares observadas en la evaluación de la red nacional de carreteras pavimentadas. Este proceso ha llevado también a unificar ciertas manifestaciones, cuya diferenciación en el campo puede resultar similar.

Al evaluar los daños no sólo es necesario precisar el tipo de que se trata sino también efectuar una categorización del orden de magnitud, grado o intensidad.

El problema puede complicarse más entonces, si se tiene en cuenta que el concepto de severidad puede ser eminentemente subjetivo si queda librado a la opinión personal o nivel de exigencia particular de quien recoge la información.

Como consecuencia, se hace difícil la definición de niveles de mantenimiento consistentes y la obtención de conclusiones válidas, acerca de la eficacia de ciertas reparaciones, del impacto de estas en la condición del pavimento, etc.

El catálogo provee una guía para establecer en forma objetiva los niveles de severidad de cada uno de los daños, en muchos casos acompañada de fotografías y gráficos ilustrativos. Asimismo, permite un primer análisis de las causas que pueden originar cada falla en particular, aspecto de gran utilidad para seleccionar las reparaciones más adecuadas en cada caso. Aun cuando no es el propósito esencial de este documento describir las técnicas de mantenimiento, se ha estimado convenientemente completar la información con una breve guía para la selección de las alternativas de reparación posibles. Su finalidad es simplemente llamar la atención sobre las diferentes técnicas requeridas para corregir los diversos daños, las que pueden variar de acuerdo a la severidad y extensión de los mismos y señalar el

carácter temporal (reducida vida útil) de ciertas prácticas.

Cabe advertir que el catálogo obviamente define los daños aislados o individualmente. En la práctica, es frecuente encontrar que en el proceso de deterioro del pavimento, al evolucionar a niveles de severidad mayores, no lo hacen aisladamente, observándose entonces “daños combinados”.

En muchos casos estos responden a un mecanismo de deterioro típico, y los sucesivos daños que se van produciendo permiten caracterizar el grado de evolución o avance del deterioro del pavimento, constituyen verdaderas “cadenas o familias de fallas”.

En razón de su utilidad para determinar la prioridad o urgencia de los trabajos de mantenimiento, se ha incorporado también al catálogo una referencia a la posible evolución de los daños, mediante una descripción de las probables consecuencias de diferir su reparación.

Aunque el catálogo no constituye en sí mismo un procedimiento de evaluación de pavimentos, representa un importante avance para asegurar la objetividad de los mismos.

Ha sido elaborado por el Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos teniendo en cuenta diversos antecedentes extranjeros y la experiencia local, en el contexto de las actividades desarrolladas durante la Asistencia Técnica en Evaluación de Pavimentos para la Preparación de un Programa de Mantenimiento y Rehabilitación de Carreteras, financiada por el Banco Mundial (BIRF 2609-DO).

Es oportuno destacar aquí la conveniencia de que quienes tienen a su cargo el seguimiento de la red vial y la planificación y ejecución de los trabajos de mantenimiento y rehabilitación, se familiaricen con la aplicación de este documento. Los esquemas tipo y las fotografías incorporadas son de gran utilidad en este proceso, pero aun así no pueden suplir el entrenamiento y la experiencia de campo.



Grafico 3: Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos

Fuente: Catalogo de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación (República Dominicana)

**Colegio de Arquitectos de Chuquisaca y la Cámara de la Construcción (CADECO)<sup>(4)</sup>** (Bolivia 2013)– Bolivia, declaran que los problemas en la vía se debe a una imperfecta compactación del terreno de fundación de la avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz en el departamento de Chuquisaca – Bolivia



Grafico 4: Avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz en el departamento de Chuquisaca – Bolivia

Fuente: (CADECO)

Epsa - labco <sup>(5)</sup>(República Dominicana, 2013). En pavimentos rígidos, la resistencia al agrietamiento de la losa es una función tanto de la carga, el espesor de la losa, la resistencia a la flexión del hormigón hidráulico y la capacidad de soporte del sistema subrasante/subbase (estabilizada o no). Para proveer la resistencia a la abrasión de tráfico, la seguridad por fricción y la regularidad de la superficie para el contacto pavimento-vehículo el uso de buen agregado y buenas prácticas constructivas según las especificaciones incluidas en esta guía, son de vital importancia para garantizar la funcionalidad y seguridad de la vía.

Leyton Alfredo <sup>(6)</sup>(Colombia, 2013). Para la evaluación de patologías en estructuras de concreto resulta importante diferenciar entre lo que es una patología y lo que es una lesión y la causa que lo produce. Dado que de hecho, un proceso patológico no queda resuelto o anulado hasta que no sea interrumpido su origen.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto - Imcyc <sup>(7)</sup>. (México, 2007). La resistencia a la abrasión o desgaste se logra controlando una serie de factores. La resistencia especificada del concreto debe ser complementada por prácticas apropiadas de construcción. Éstas incluyen técnicas de colado, compactación, acabado y curado.

Monroy M., Nicolás R. <sup>(8)</sup>(Chile, 2007)Una obra está sometida no solo a la lluvia, humedad, viento, calor, heladas entre otros, sino que también a sollicitaciones que en definitiva pueden fatigarla o cansarla, que en conjunto con estos factores pueden llegar a causar daños importantísimos y considerables. Al igual que las personas, existen estructuras sanas y otras enfermas, éstas últimas enferman por razones de defectos en su gestación, por mínimos cuidados en su construcción o a lo largo de su vida.

### **3.1.2. Antecedentes Nacionales**

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**<sup>(9)</sup>(Perú, 2013) en su Manual de carreteras, en su capítulo XVI - Comportamiento de pavimentos nos dice Para seleccionar una estructura de pavimento, primero se efectúan diseños alternativos de pavimento nuevo, siguiendo la

metodología AAHTO'93, De los tres parámetros básicos a considerar en el método de dimensionamiento: tráfico, subrasante y condiciones climáticas, los dos primeras se consideran como entradas para determinar las posibles estructuras, mientras que la última se tiene en cuenta en los criterios para seleccionar los materiales y en algunas recomendaciones específicas.

Una vez definidas las alternativas de pavimento, estas estructuras son analizadas y se verifica el comportamiento para el periodo de diseño, mediante el modelo de deterioro del HDM, a fin de determinar la predicción de fallas y rugosidad, durante el periodo de análisis, que para el caso de los afirmados será de 10 años, de los pavimentos flexibles será de 20 años, considerando dos etapas de 10 años y una sola etapa de 20 años, de los pavimentos semirrígidos y rígidos será para una etapa de 20 años. Si de diseño no cumple los criterios de comportamiento o los niveles de servicio, se revisarán el diseño y se repetirá la evaluación, o se pondrán renovación superficial como sellos asfálticos o refuerzos, hasta optimizar el diseño de la estructura de pavimento que se seleccione o adopte para un tramo específico.

En su capítulo 16.2 NIVELES DE SERVICIO, encontramos las siguientes lo siguiente: Los niveles de servicio son indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles. La conservación del pavimento durante el periodo de servicio, debe estar asociada al cumplimiento de los niveles de servicio, el trabajo de conservación que se realice será para cumplir los estándares admisibles, siendo una obligación que la carretera se conserve en condiciones aceptables y dentro de los niveles de servicio admisibles para el periodo de diseño.

Los niveles de servicio básico a controlar, están referidos al inciso C que son los siguientes:

c. Caminos Pavimentados: Pavimentos Rígidos

✓ Control de Fisuras y Baches

- ✓ Control de Sello de Juntas
- ✓ Control de Rugosidad

Según **Mora Q.**<sup>(10)</sup>(Lima, 2009) El pavimento es: Estructura simple o compuesta que tiene una superficie regularmente alisada destinada a la circulación de personas, animales y/o vehículos.

Su estructura es una combinación de cimiento, firme y revestimiento, colocada sobre un terreno de fundación resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tránsito.

Rivva L.<sup>(11)</sup>. (Perú, 2006) La durabilidad de una estructura de concreto o sea “su variación en el tiempo sin modificaciones esenciales en su comportamiento” es definida por el Comité 201 del American Concrete Institute (ACI) como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”.

Cisneros Loza, Cesar Eduardo <sup>(12)</sup>. (Ica, 2012) Define como resistencia a la abrasión al grado de oposición de una superficie de concreto a ser desgastada por el roce y fricción.

Pueden traer consecuencias en el comportamiento bajo las condiciones de servicio indirectamente propiciando el ataque de algún otro enemigo de la durabilidad (agresión química, corrosión. etc.)

Los pisos, pavimentos y estructuras hidráulicas son expuestos a abrasión o al desgaste, por lo que en estas aplicaciones el concreto necesita tener alta resistencia a abrasión.

### **3.1.3. Antecedentes Locales**

Espinoza T. <sup>(13)</sup> (Huancabamba, 2010) Nos dice en su tesis que para realizar un estudio patológico es necesario:

- Realizar el diseño APROPIADO de la estructura del pavimento (rígido), en cuanto a las fuerzas actuantes para las cuales serán utilizadas.
- Definir la pendiente adecuada para evitar acumulación de líquidos que puedan dañar la estructura.

- Antes de ejecutar todo tipo de pavimentación, realizar un estudio completo del estado situacional del sistema de agua y desagüe.
- Evaluar las vialidades y determinar el grado de severidad de los diferentes deterioros para implementar reparaciones menores y garantizar la vida útil de la estructura de pavimento rígido.
- Conocer las diferentes técnicas constructivas que garanticen un nivel de serviciabilidad de la vía.
- Realizar pruebas de laboratorio de los suelos que se encuentren en el lugar, de tal manera que se verifique que sí son apropiados para la cimentación de la estructura o que si se requiere de mejorar los suelos.
- Para asegurar un buen comportamiento de las reparaciones se debe tener en cuenta:

1.-Dimensiones de la reparación.

2.-Método de remoción (demolición o izado).

3.-Condiciones de drenaje.

4.-Diseño de la transferencia de carga (cantidad y tamaño de las dovelas).

5.-Materiales que están en la reparación (dovelas, mortero o epóxico, concreto, sellante).

6.-Tipo de Tráfico característico en la zona.

7.-Condiciones de construcción y control de calidad

Neira A.<sup>(14)</sup> (Sondorillo, 2015) Nos dice en su tesis sobre determinación y evaluación del nivel de incidencias que para realizar un estudio adecuado de patologías es necesario:

- Realizar el sellado de las juntas longitudinales y transversales con materiales compresibles (silicón) para evitar la filtración de agua y materiales incompresibles.
- Antes de iniciar las reparaciones de una vía determinada, en un tiempo de antelación de 60 días se debe de realizar una investigación en el campo, con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y plasmar esa información en los planos de la vía.

- Garantizar la transferencia de cargas de la estructura de pavimento, implementando pasajuntas de acuerdo a especificaciones técnicas.
- Poner en práctica un buen procedimiento de curado el cual consistirá en aplicar un compuesto de curado en los momentos en que el agua de exudación se ha evaporado de la superficie del pavimento.
- En las reparaciones que se efectúen cerca de una junta longitudinal, transversal o intersección entre ellas; se deberá insertar una lámina incompresible, como por ejemplo una lámina de fibra, con el objeto de prevenir la adherencia de los concretos de la reparación con los circundantes y así evitar posibles descascaramientos.

Aguilar M.<sup>(15)</sup> (Sullana, 2014) La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Nos dice que la evaluación de pavimentos, permiten optimizar costos de rehabilitación, pues si se detecta un deterioro de forma temprana se podrá rehabilitar de forma oportuna y prolongar su vida de servicio.

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así perderán su credibilidad con el tiempo y contar con un modelo estandarizado para que la evaluación sea verdaderamente objetiva.

## **3.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN:**

### **3.2.1 DEFINICIONES**

#### **3.2.1.1 Pavimento**

**Riofrio S.**<sup>(16)</sup> en su tesis, define el Pavimento como “Una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

También nos señala que cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento. De esta manera es necesario tener una idea clara del concepto de pavimento, el cual se describirá a continuación. El mismo autor clasifica a los pavimentos de la siguiente forma:

1. Pavimentos flexibles: Es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y sub base. En la siguiente figura se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible.
2. Pavimentos Articulados: Son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la sub rasante.
3. Pavimentos semirrígido: contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar las capacidad portante del suelo.

#### **3.2.1.2 Pavimentos Rígidos:**

Riofrio declara que un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de

rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante

El Capítulo I “Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos”<sup>(17)</sup>, nos define los siguientes conceptos de los elementos que conforman un pavimento rígido que son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

**a) Subrasante**

Calo D.<sup>(18)</sup>, en su investigación y basándose en la American Concrete Pavement Association (ACPA), nos define que la subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme.

**b) Subbase**

Para la ACPA, la capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado.

**c) Losa**

La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad.

### **3.2.2 PATOLOGIAS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS**

Rivva L.<sup>(11)</sup>. La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios.

### **Fallas de Superficie**

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. La corrección de estas fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

### **Fallas Estructurales**

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos. Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

#### **3.2.2.1 TIPOS DE PATOLOGÍAS**

1. **Fisuras longitudinales:** son fisuras predominantemente paralelas al eje del pavimento.

Posibles causas:

- ❖ Aserrado tardío de la junta Falta de junta longitudinal
- ❖ Incorrecta ejecución de la junta
- ❖ Asentamiento de la base o subrasante
- ❖ Excesiva relación longitud/ancho.

2. **Fisuras transversales:** son fisuras predominantemente perpendiculares al eje del pavimento. Posibles causas:

- ❖ Retracción térmica que origina alabeos
- ❖ Junta de contracción formada tardíamente
- ❖ Espesor de losa insuficiente para soportar sollicitaciones
- ❖ Losas de longitud excesiva.

3. **Fisuras en esquina:** se caracterizan por interceptar las juntas transversal y longitudinal, formando un ángulo de 50 aproximadamente con respecto al eje del pavimento. Posibles causas:
  - ❖ Repetición de cargas pesadas
  - ❖ Perdida de soporte de la fundación originado por la erosión de la base o alabeo térmico.
  - ❖ Deficiente transmisión de cargas entre las juntas
  - ❖ Inadecuado diseño de juntas
4. **Descascaramientos en juntas y fisuras:** Posibles causas:
  - ❖ Entrada de materiales incompresibles dentro de las juntas o fisuras
  - ❖ Juntas mal diseñadas
5. **Fisuras por durabilidad:** Se caracterizan por ser fisuras pequeñas, ubicadas muy cerca de los bordes del pavimento y juntas, luego progresan hacia el centro de la losa. Posibles causas:
  - ❖ Congelamiento y descongelamiento de los agregados presentes en el hormigón.
6. **Fisuras por retracción:** (tipo malla) Son fisuras capilares que se encuentran solo en la parte superior de la losa. Posibles causas:
  - ❖ Incorrecto curado del hormigón en zonas de clima frío, falta de aditivos durante la etapa de construcción.
7. **Desintegración:** Este daño se caracteriza por una desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino, quedando expuesto el agregado grueso. Posibles causas:
  - ❖ Curado inapropiado
  - ❖ Hormigón mal dosificado.
  - ❖ Cuando la superficie presenta fisuración por retracción(tipo malla)
8. **Baches:** Es una desintegración normalmente de forma redondeada, que se forma al desprenderse el hormigón de la superficie. Posibles causas:
  - ❖ Espesores insuficientes:

- ❖ Retención de agua en zonas hundidas y /o fisuradas.
  - ❖ Cargas debidas al tránsito sobre fisuras que han alcanzado un alto nivel de severidad.
9. **Levantamiento de losas:** Sobreelevación de la superficie del pavimento, situada generalmente en zonas cercanas a las juntas o fisuras transversales. Posibles causas:
- ❖ Restricción en la expansión de losas
  - ❖ Por la acción de las raíces de árboles
  - ❖ Variaciones térmicas cuando la longitud de las losas es excesiva y no hay aplicadas juntas de expansión.
  - ❖ Mal colocación de barras de traspaso de cargas
  - ❖ Suelos expansivos a poca profundidad
10. **Escalonamiento de juntas y grietas:** desnivel de dos superficies del pavimento separadas por una junta o fisura transversal. Posibles causas:
- ❖ Erosión de la base
  - ❖ Asentamiento diferencial de la subrasante
  - ❖ Drenaje insuficiente.
11. **Bombeo:** Expulsión de agua mezclada con suelos finos a través de las juntas. Posibles causas:
- ❖ Surge a causa del movimiento vertical de la losa en juntas y fisuras por acción de las cargas pesadas, lo cual provoca la eyección de materiales y agua a través de juntas y fisuras.
12. **Textura inadecuada:** Es una carencia o pérdida de la textura superficial indispensable para que exista una fricción entre los neumáticos y el pavimento. Posibles causas
- ❖ Inadecuada dosificación del hormigón
  - ❖ Mala calidad de la arena
  - ❖ No se terminó con una textura adecuada
13. **Daños en el sellado de juntas:** Surge cuando entran materiales incompresibles y / o agua dentro de las juntas. Posibles causas:
- ❖ Endurecimiento del sellante
  - ❖ Perdida de adherencia entre el sellante y los bordes de la junta

- ❖ Ausencia del sellante.

## **VIDA UTIL**

Mendoza Ipanaque, Hipolito <sup>(19)</sup>. Se define como “vida útil del proyecto” al período previsto para que un mecanismo de daño o un agente agresor dé inicio al deterioro del concreto, habiéndose vencido la barrera de protección, pero sin que aún se haya iniciado el debilitamiento de la estructura. Se define como “vida útil de servicio” al período desde la ejecución de la estructura hasta que se complete un nivel aceptable de deterioro. Este tiempo es muy variable en función del nivel de aceptación del proyecto. Se define como “vida útil total” o “límite de fractura” al período que va desde que se inicia la ejecución de la estructura hasta que se presenta un colapso total o parcial como consecuencia de los mecanismos de daño. La “vida útil residual” corresponde al período, contado a partir de la fecha de la supervisión, en que la estructura todavía es capaz de desempeñar sus funciones. El plazo final puede ser el límite del proyecto, de las condiciones de servicio, o de fractura, dándose origen a tres vidas útiles residuales.

## **DURABILIDAD**

CALO <sup>(17)</sup>. Las condiciones de durabilidad son las que establecerán los parámetros mínimos de resistencia del hormigón, a emplear en la fase de dimensionamiento de la estructura ya que, a partir de la condición de exposición, se encontrará definida la relación agua – cemento máxima y si fuera necesario, el empleo de aire intencionalmente incorporado en la mezcla de hormigón. Se resumen distintas condiciones de exposición contempladas en el CIRSOC 201-2005 y los requisitos de resistencia mínima que dicha publicación establece. Se destaca que para la primera condición de exposición incorporada a la tabla, en la cual no se encuentra previsto un ambiente agresivo, el CIRSOC 201 no establece ningún valor de resistencia mínima o relación agua - cemento máxima, para las estructuras de hormigón en general. Sin embargo, considerando que los pavimentos son estructuras que, además de la agresividad del medio, deben resistir la abrasión generada por el tránsito, manteniendo durante su vida útil las características de fricción provistas durante la construcción, se sugiere para pavimentos de calles, avenidas, rutas y autopistas, el empleo de hormigones clase H-30 o superior

### **3.2.2.2 EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en que se encuentra la estructura del pavimento, con el fin de poder adoptar las medidas de reparación, mantenimiento o reconstrucciones adecuadas, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de mucha importancia elegir y llevar a cabo una evaluación que sea objetiva y veraz, acorde con el entorno en el que se ubica.

### **3.2.2.3 IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

La evaluación de pavimentos es importante, y se debe realizar periódicamente ya que permitirá conocer oportunamente las patologías presentes, para de esta forma poder tomar medidas correctivas, y ofrecer un servicio de óptimo para el usuario. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento, será posible predecir y alargar la de vida útil de una vía.

La adecuada evaluación de los pavimentos nos conlleva a optimizará los costos de rehabilitación, ya que al conocer la posible aparición de patologías y la subsecuente intervención retardara la aparición de patologías severas en el pavimento, con esto su vida útil se prolonga, ahorrando de este modo costos significativos.

### **3.2.2.4 OBJETIVIDAD EN LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

El objetivo principal de una adecuada evaluación de la condición de pavimentos es proporcionar datos certeros y fidedignos, para poder tener ideas claras sobre su serviciabilidad en el paso de los años, tomando en consideración la longevidad para la que fue diseñada y construida, las evaluaciones se deben realizar por profesionales capacitados

siguiendo estándares nacionales o internacionales normados.

### **3.2.2.5 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO**

El procedimiento para la evaluación de un pavimento incluye:

- ✚ Etapa de trabajo de campo.- En esta etapa se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, gravedad y características de cada uno de ellos y una segunda fase que es el cálculo de las áreas afectadas.

- ✚ Evaluación de pavimentos.- La clase de patologías está relacionada con el tipo de degradación que ocurre en la superficie de un pavimento entre las patologías más comunes se encuentran, hundimiento, fisura transversal, fisura longitudinal, fisur tipo malla, entre otras, cada una de ellas se describe en el PCI.

La gravedad representa es estado crítico del deterioro en términos de progresión; Cuanto más severo es el daño, más importante, las medidas para su corrección.

- ✚ Leve, (L): las vibraciones se perciben en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero la reducción de velocidad no es necesaria para la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y el hundimiento individual provocan un ligero rebote del vehículo, pero no causan incomodidad.

- ✚ Moderado, (M): las vibraciones del vehículo son fuertes y requieren una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; Los baches individuales o los hundimientos causan una nueva reacción y crean incomodidad.

- ✚ Alto, (H): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que la velocidad se reduce por comodidad y seguridad; causan un rebote excesivo del vehículo, lo que crea una incomodidad considerable o un alto riesgo de daño o daños al vehículo.

### **3.2.2.6 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO**

Como ya se ha indicado anteriormente, en la presente investigación se utilizará el método normado por el PCI, que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin, 1976 – 1994); utilizado para la evaluación de aeropuertos, caminos y lotes de parqueaderos.

En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se utilizara para que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de los pavimentos.

### **3.2.2.7 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – PAVEMENT CONDITION INDEX)**

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este.

El PCI toma valores entre 0 a 10 para pavimentos fallados y un valor de 85 a 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

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

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados obtenidos de la trabajo de campo, en el cual se utiliza un método visual de la condición de pavimento para establecen su tipo, severidad y grado de afectación que representa cada patología encontrada.

### **3.2.2.8 OBJETIVOS DEL PCI**

Los objetivos de la aplicación del método PCI son:

- Determinar la condición de un pavimento en términos de su integridad estructural y nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar la condición y el comportamiento de los pavimentos con un criterio uniforme.
- Obtener criterios racionales para justificar la programación de trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información de retroalimentación relevante sobre el comportamiento de las

soluciones adoptadas en los criterios de diseño, evaluación y mantenimiento de pavimentos.

### 3.2.2.9 TERMINOLOGÍA

Los siguientes términos utilizados en el método del PCI, que es vital para la comprensión y la aplicación correcta.

- ✚ Red de pavimento: es el conjunto de pavimentos a gestionar, es una entidad única y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o avenida, es una red de pavimento.
  - ✚ Sección de pavimento: una sección es una parte identificable del pavimento. Por ejemplo, un pavimento o estacionamiento es una sección separada. La sección de pavimento es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.
  - ✚ Unidad de muestra de pavimento: esta es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m<sup>2</sup>, si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para las condiciones de campo específicas.
  - ✚ Muestra al azar: unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para inspección mediante técnicas de muestreo aleatorias.
- Además, hay una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente en las unidades de muestra seleccionadas para la visualización de la condición del pavimento.
- ✚ Índice de condición del pavimento (PCI): es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía de cero (0), para un pavimento defectuoso o en malas condiciones, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su

correspondiente descripción cualitativa del estado del pavimento.

### **3.2.2.10 MATERIALES E INSTRUMENTOS**

- ✚ Conos y cinta de seguridad vial. Encerrando el área de la calle en estudio, ya que el tráfico significa un peligro para los inspectores que tienen que caminar sobre el pavimento.
- ✚ Equipo de protección personal.
- ✚ Hoja de recolección de datos de campo: documento donde se registrara toda la información durante la inspección visual: fecha, ubicación, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de patologías, niveles de gravedad y nombre del personal a cargo de la inspección.
- ✚ Cinta métrica.- para medir la distorsión longitudinal y transversal del pavimento en estudio.

### **3.2.2.11 MUESTREO Y UNIDAD DE MUESTRA**

El muestreo se llevó a cabo siguiendo el siguiente procedimiento:

Identifique secciones o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plan de distribución, historias tales como pavimentos y estacionamientos.

Divida cada sección en secciones de acuerdo con criterios tales como el diseño del pavimento, el historial de construcción, el tráfico y las condiciones.

Divida las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra.

Identifique las unidades de las muestras individuales que pueden inspeccionar para que los inspectores puedan ubicarlas en la superficie del pavimento. Es necesario que las unidades de muestra se reubiquen fácilmente, de modo que sea posible la verificación de las fallas existentes, el examen de los cambios en la unidad de tiempo

con futuras inspecciones de la misma unidad de muestra si es necesario

Se seleccionó las unidades de muestra que se inspeccionarán. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar de la siguiente manera: considerando todas las unidades de muestra en la sección, teniendo en cuenta las unidades de muestra.

### **3.2.2.12 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

- Registre la sección y el número de sección, así como el número y tipo de unidad de muestra (aleatoria o adicional).
- Inspeccione individualmente cada unidad de muestra seleccionada.
- Registre el tamaño de la unidad de muestra.
- Realice la inspección de las fallas, cuantifique cada nivel de severidad y registre la información obtenida.
- El método de medición se detalla en la descripción de cada patología.
- Repita este procedimiento para cada unidad de muestra que se inspeccionará.

## **IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Por el tipo de investigación que hemos realizado, el presente estudio cumple las condiciones metodológicas de una investigación tipo aplicada, en razón que se requiere comprender los aspectos o fenómenos reales con la condición actual sin modificarlos.

La investigación se basa en inspección visual y ordenada y reúne las condiciones metodológicas de tipo aplicada no experimental, de corte transversal, tipo cuantitativo y cualitativo.

### **Descriptiva**

Ya que describe cada una de la patología presente en el pavimento Rígido, sus causas y posibles soluciones.

### **No experimental**

Ya que se estudia las patologías y se evaluara sin recurrir a ensayos de laboratorio.

La finalidad es de minimizar y reducir las posibles causas que afecten en el futuro a la ejecución de construcciones de pavimentos Rígido.

#### **4.1.1. NIVEL DE INVESTIGACION DEL PROYECTO**

Descriptivo que nos indica la cantidad de área afectada las posibles soluciones

Evaluamos de forma visual con ayudas de fichas del PCI. La que nos ayuda a determinar la calidad y condición de la patología en el pavimento rígido del Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2a, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura.

#### **4.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

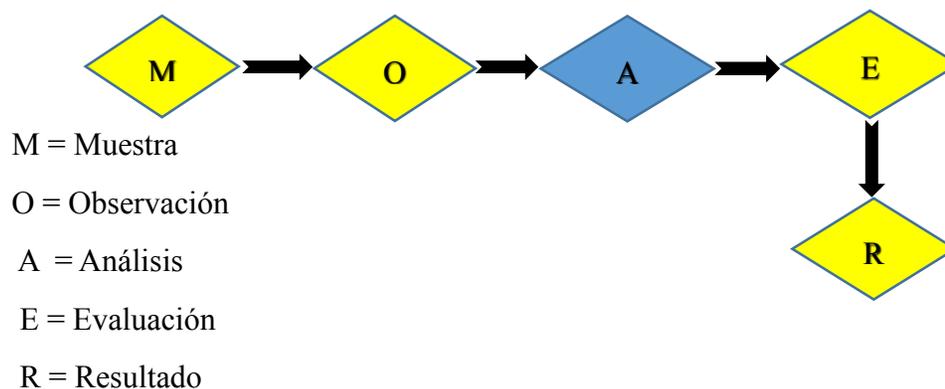
El diseño se realizado de forma visual personalizada, descriptivo, cualitativo y cuantitativo, no experimental. La investigación de tramos con área similares para facilitar el estudio.

Para la clasificación de datos aplicaremos estadística con los datos ya obtenidos con ayuda de los formatos del PCI.

Para la determinar la severidad de las patologías se considerado los jirones; Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2a, del Distrito de

Canchaque, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura – Diciembre 2017.

El diseño se grafica de la siguiente manera:



## 4.2. UNIVERSO Y MUESTRA:

### 4.2.1 UNIVERSO

Para la presente Investigación el Universo estará dado por la delimitación geográfica de las calles Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba y departamento de Piura.

### 4.2.2 POBLACION O MUESTRA

Está dada por las calles del centro de la ciudad, la misma que comprende 10 cuadras que están conformadas por las siguientes cuadras; 01, 02, 03 cuadras del Jr. San Martín, 01 cuadras del Jr. Chiclayo; 04, 05, 06 cuadras de la calle 22 de agosto: 01 cuadra del Jr. Francisco Ocaña; y 06,07 Cuadras de la ruta 2 de Canchaque – Piura, el casco urbano del distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba y departamento de Piura.

### 4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

**TITULO:** Determinación y Evaluación Del Nivel De Incidencias De Las Patologías Del Pavimento Rígido Del Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña Y Ruta 2a, Del Distrito De Canchaque, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente</b> determinación y evaluación del pavimento</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Índice de condición del pavimento</p>	<p>Las patologías son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tráfico vehicular y el medio ambiente. Estos factores combinados son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se ve agravada por la falta de mantenimiento adecuado de las vías.</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan el pavimento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>.- agrietamiento lineal</li> <li>.- agrietamiento de esquina</li> <li>.- agrietamiento transversal.</li> </ul>	Variabilidad	Tipo, forma de patología.
			Grado de afectación	Clase de patología y Nivel de severidad
				LOW MEDIUM HIGH

#### **4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

##### **TECNICAS**

La evaluación será visual y, la toma de datos como instrumento de recolección de datos como formularios, cuadros de evaluación, con los datos obtenidos, se procede a emplear hojas Excel para poder interpretar los datos obtenidos.

##### **INSTRUMENTOS**

Para la evaluación de la condición se hará uso de Equipo/herramientas de apoyo, como:

- ❖ Wincha metálica de 7 metros
- ❖ Wincha fibra de vidrio 50 metros
- ❖ Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad

#### **4.5. PLAN DE ANÁLISIS**

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- ❖ La Ubicación del área de estudio.
- ❖ Los Tipos de patologías producidas por agrietamiento del concreto.
- ❖ Nivel de Índice de Condición de Pavimento (PCI).
- ❖ Cuadros del ámbito de la investigación.
- ❖ Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.

#### 4.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** Determinación y Evaluación Del Nivel De Incidencias De Las Patologías Del Pavimento Rígido Del Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña Y Ruta 2a, Del Distrito De Canchaque, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías en el pavimento rígido de las calles; Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña Y Ruta 2a, Del Distrito De Canchaque, Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura, ayudaran a obtener una rehabilitación de la vía en estudio?</p> <p><b>Caracterización del problema</b></p> <p>En el pavimento rígido de las calles; Jirón San Martín, Jirón Chiclayo, Calle 22 De Agosto, Jirón Francisco Ocaña Y Ruta 2a, Del Distrito De Canchaque, hemos observado que la gran parte del pavimento en el lugar de estudio está en malas condiciones y están sujetos a producir accidentes. Hemos observado que la gran parte del pavimento en el lugar del estudio está en malas condiciones. La circulación de vehículos de gran tonelaje y el aumento de automóviles que circulan por estas vías, contribuyen con el deterioro del pavimento.</p>	<p><b>Objetivo General</b>Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Identificar las patologías que se presentan en el pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura.</p> <p>Determinar el nivel severidad o grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento rígido, de los jirones, San Martín, Chiclayo, calle 22 de Agosto, Jirón Francisco Ocaña y Ruta 2ª, del Distrito de Canchaque, Provincia de Huancabamba, departamento de Piura.</p> <p>Obtener el estado actual y la condición de servicio del pavimento rígido, de acuerdo con los diferentes tipos de patologías que presenta.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> determinación y evaluación del pavimento</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Índice de condición del pavimento</p>	<p>Por el tipo de investigación que hemos realizado, el presente estudio cumple las condiciones metodológicas de una investigación tipo aplicada, en razón que se requiere comprender los aspectos o fenómenos reales con la condición actual sin modificarlos. La investigación se basa en inspección visual y ordenada y reúne las condiciones metodológicas de tipo aplicada no experimental, de corte transversal, tipo cuantitativo y cualitativo. Descriptiva</p> <p>Ya que describe cada una de la patología presente en el pavimento Rígido, sus causas y posibles soluciones.</p> <p>No experimental</p> <p>Ya que se estudia las patologías y se evaluara sin recurrir a ensayos de laboratorio.</p> <p>La finalidad es de minimizar y reducir las posibles causas que afecten en el futuro a la ejecución de construcciones de pavimentos Rígido.</p>

#### 4.7- PRINCIPIOS ÉTICOS

El comportamiento ético encierra en una misma posición al ejercicio profesional y la actuación del investigador, lo cual implica poner en práctica 3 elementos:

- Un conocimiento especializado en materia.
- Una destreza técnica en la aplicación a un problema que se pretenda resolver.
- Un cauce de la conducta del operador cuyos márgenes no pueden ser desbordados sin faltar a la ética.

Dicho comportamiento es por esencia libre, consiente y responsable de las consecuencias de sus actos. Por lo cual en nuestra interpretación el investigador científico debe poner en práctica los valores para que de cierta manera mantenga sus promesas y cumpla con sus obligaciones honestamente. El científico con ética profesional posee una integridad con la cual defiende sus creencias, rechazando la hipocresía y la inescrupulosidad, no adoptando la filosofía de que el fin justifica los medios, dejando a un lado sus principios morales. En caso de que el investigador haga caso omiso de los planteamientos anteriores que sugiere la ética profesional esta estaría influyendo a su moral así como perjudicando a terceras personas.

“De allí que los rasgos éticos deben convertirse en ejes centrales de actuación de los profesionales que la sociedad imperiosamente demanda”.

Finalmente en el momento en que el investigador cumple con todos ellos la investigación adquiere un valor factible y por lo tanto, significativamente, correcto y moral listo para ser publicable y benéfico para la sociedad.

Los siguientes puntos son decálogos del papel ético del investigador científico:

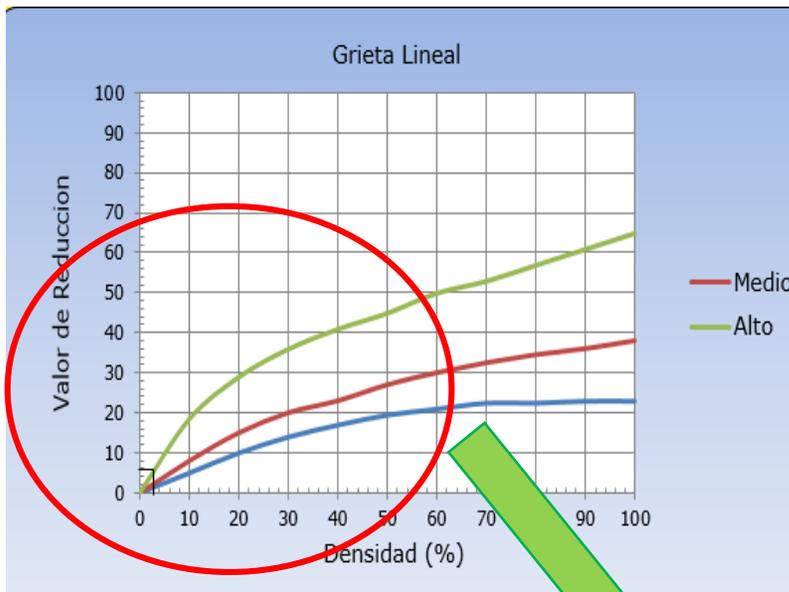
- Tener aptitudes para distinguir entre sus actos y los actos de otras personas.
- Tener capacidades para realizar actos morales.
- Tener conciencia entre los valores entre lo malo y lo bueno.

## **V.- RESULTADOS**

### **5.1.- RESULTADOS**

El análisis que se va a realizar a las 10 cuadras del casco urbano del distrito de Canchaque nos arrojan los siguientes resultados de acuerdo a las patologías identificadas en la zona, las mismas que se dividirán en 5 muestras como a continuación se detalla.



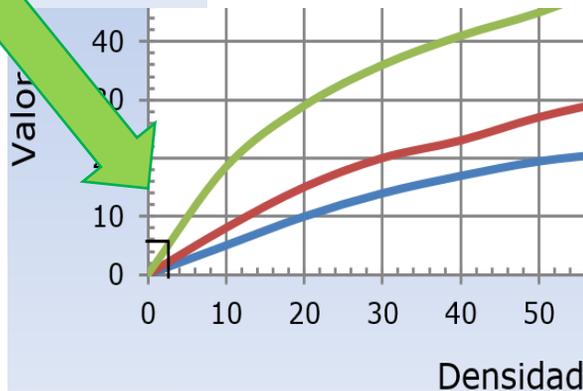


Severidad Media	
Densidad (%) =	1.03
Valor de Reduccion =	<b>0.82</b>

Severidad Alta	
Densidad (%) =	3.09
Valor de Reduccion =	<b>6.92</b>

Para encontrar el valor de reducción de cada muestra unidad de falla, se toma el grafico de curvas de pavimento del PCI y con la densidad obtenida se trazara una línea vertical hasta interceptar la curva según la severidad y luego se traza horizontal para encontrar el valor de reducción.



**Tabla 2: Calculo de los valores Reducidos Corregidos**

CALCULO DEL VRC													
ZONA : Casco Urbano del Distrito						CALLE : Jr. San Matin							
DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)													
$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$													
Donde: m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10). VAR = Valor individual mas alto de VR													
m = <b>9.52</b>													
#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	10.08	6.92	2.95	0.90	0.43						21.28	2	16.95
2	10.08	5.00	2.95	0.90	0.43						19.36	1	19.36
3													

$$m = 1 + (9/95) * (100 - 10.08)$$

$$m = 9.52$$

En la formula introduciremos el var que es el máximo de los valores reducidos

Para encontrar el VRC se toma el VDT con el q, si este valor total no se encuentra en la tabla se tiene que interpolar.

De estos valores obtenidos se tomara el mayor valor de VRC para encontrar el PCI con la siguiente formula.

$$PCI = 100 - \text{Máximo VRC}$$

$$PCI = 100 - 19.36$$

$$PCI = 80.64$$

VDT	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	Rango	Clasificación	
0.00	0.00							85	100	Excelente
10.00	10.00							70	85	Muy Bueno
12.00	12.00	8.00						55	70	Bueno
18.00	18.00	12.50						40	55	Regular
20.00	20.00	16.00						25	40	Malo
25.00	25.00	19.80	13.50	8.00				10	25	Muy Malo
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00			0	10	Fallado
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00					
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00					

**q** tomada de la tabla de tabla de valores reducidos corregidos, para poder interpolar

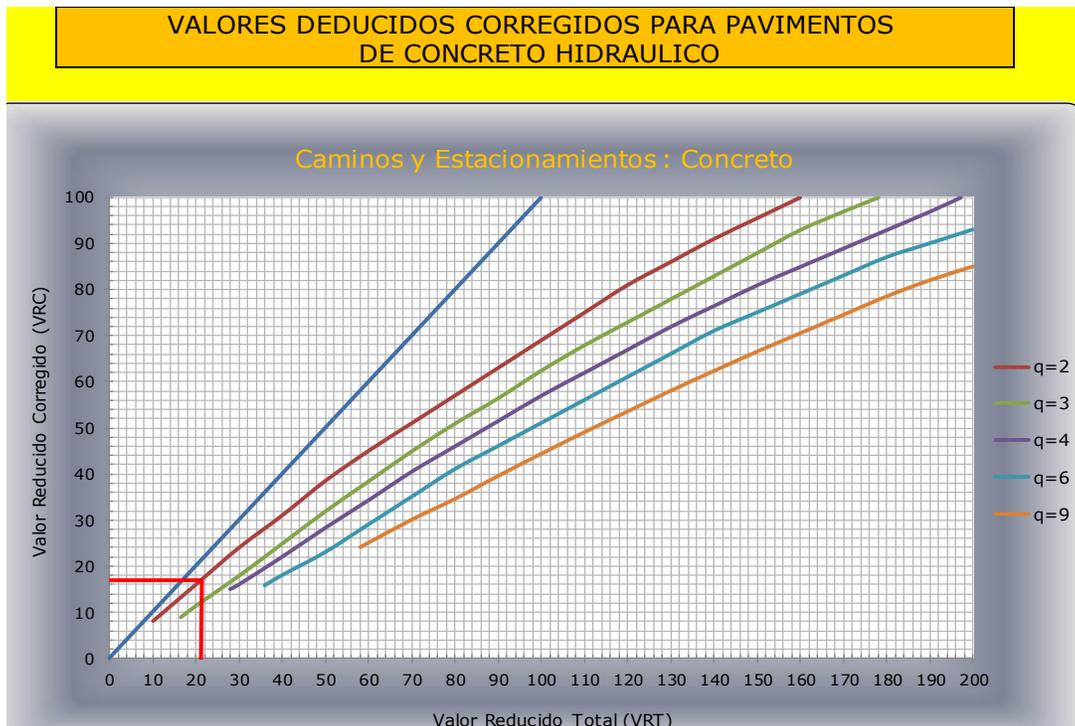
Máximo VRC = **19.36**

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 19.36

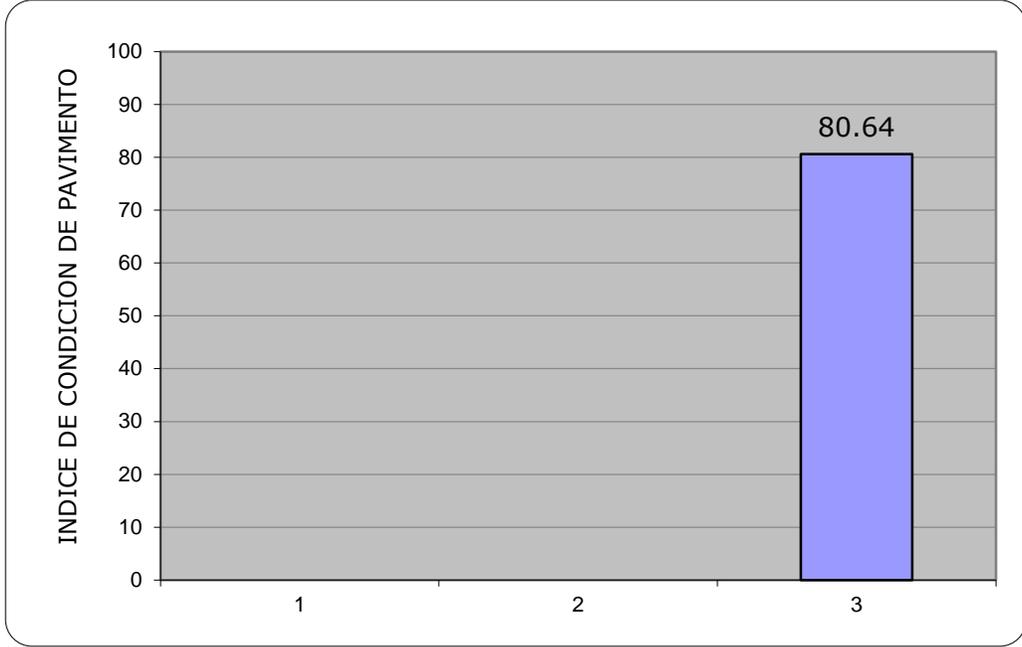
PCI = **80.64**

Clasificación = **MUY BUENO**

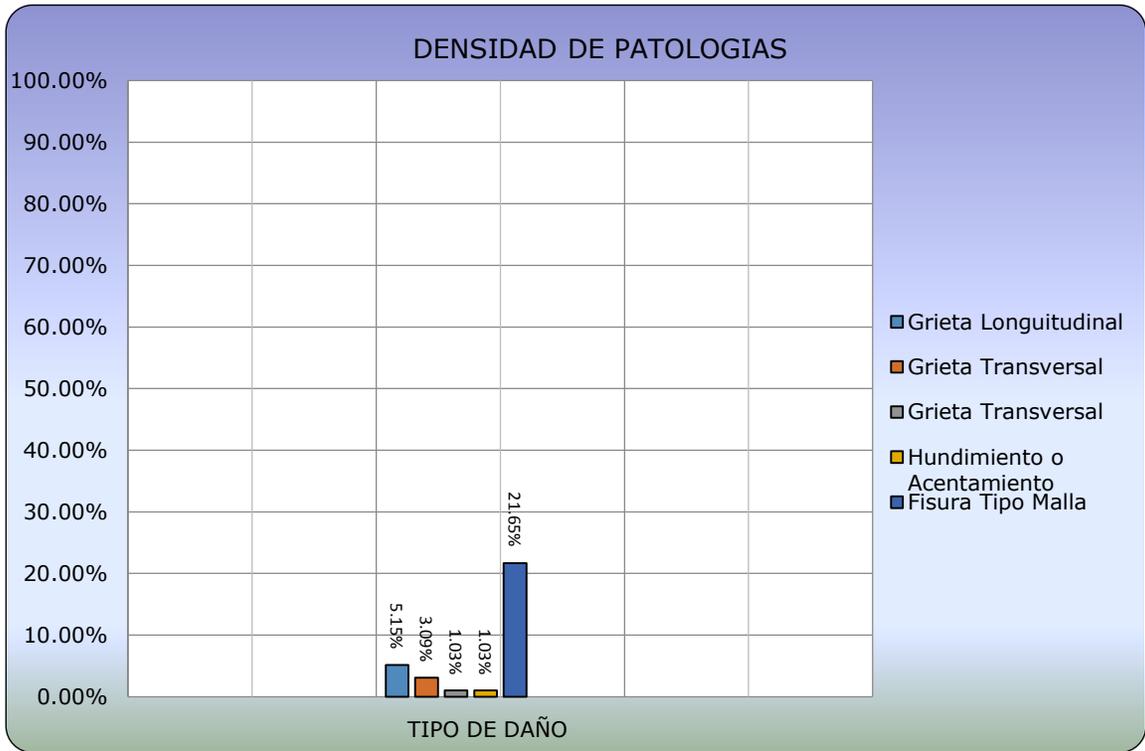


**Gráfico 5: Curvas de valores deducidos del pavimento hidráulico**

El mismo procedimiento se realizara para las 4 muestras siguientes



**Gráfico 6: PCI del Jr.: San Martín, del Distrito de Canchaque**



**Gráfico 7: Densidad de Patologías del Jr.: San Martín, del Distrito de Canchaque**

La unidad de muestra N°1 tiene 97 losas y se encuentra ubicado en el casco urbano del Distrito de Canchaque, el Jr. San Martín, se divide en tres cuadras para el análisis la primera cuadras está ubicada entre la municipalidad y la plaza de armas, las fisuras que encontramos en esta cuadra son longitudinales y transversales con incidencia mayor a 35%, La segunda cuadra que se encuentra frente a la plaza de armas, tiene una incidencia del 50 % de fisuras tipo Malla; en la tercera cuadra encontramos que varios de los paños presentan Hundimiento y otros fisura tipo Malla.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 19.36, dando como resultado un índice de PCI = 80.64 que corresponde a un pavimento en estado MUY BUENO.



**Tabla 4: Calculo de los valores Reducidos Corregidos**

**CALCULO DEL VRC**

ZONA : Casco Urbano del Distrito      CALLE : Jr. Chiclayo

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$

Donde:  
m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10),  
VAR = Valor individual mas alto de VR

m = 2.89

#	VALOR DE REDUCCION														TOTAL	q	VRC	
1	80.00	2.14														82.14	1	79.13

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

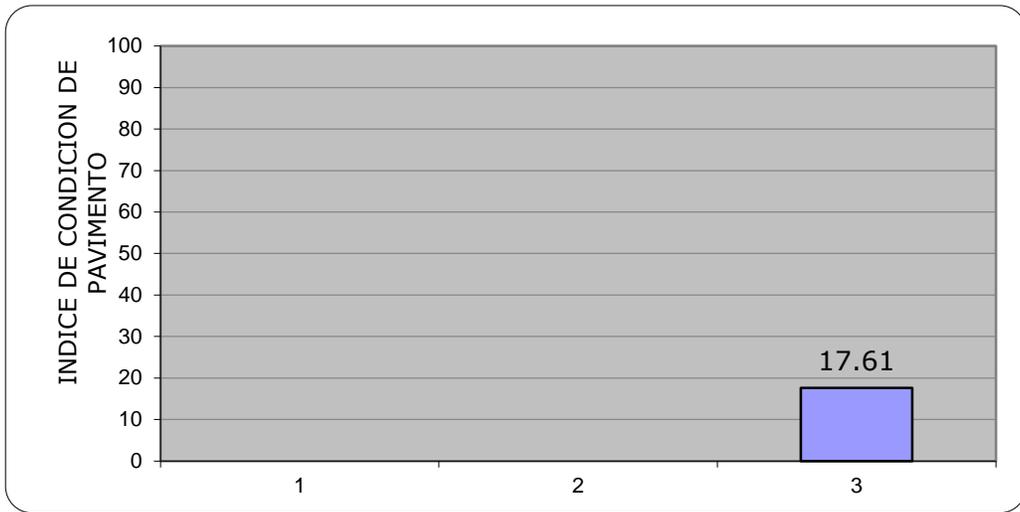
Máximo VRC = **82.39**

PCI = 100 - Máximo VRC

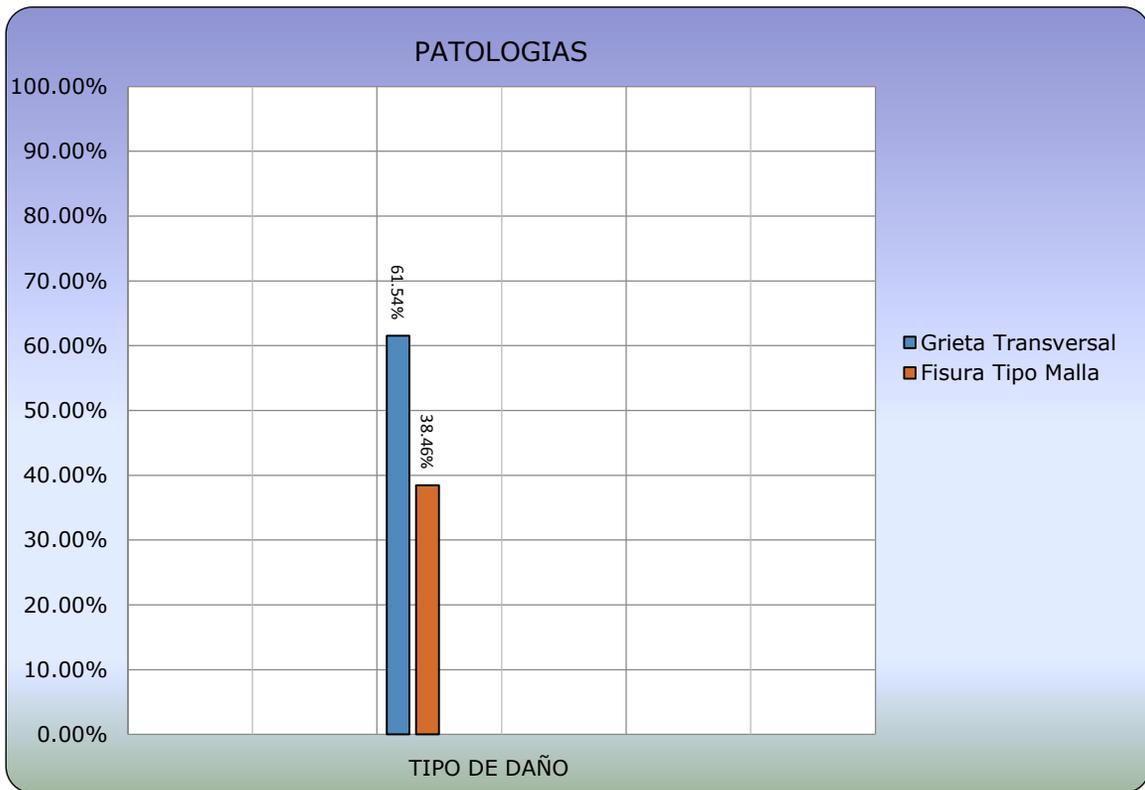
PCI = 100 - 82.39

PCI = **17.61**

Clasificación = MUY MALO



**Grafico 8: PCI del Jr. Chiclayo, del Distrito de Canchaque**



**Grafico 9: Densidad de Patologías del Jr. Chiclayo, del Distrito de Canchaque**

La unidad de muestra N°2 tiene 78 losas y se encuentra ubicado en el casco urbano del Distrito de Canchaque, el Jr. Chiclayo, se analizara una cuadra y se encuentra en la parte este de la plaza esta cuadra tiene un grado severo de patologías del tipo Fisura transversal y tipo Malla.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 82.39, dando como resultado un índice de PCI = 17.61 que corresponde a un pavimento en estado MUY MALO.



**Tabla 6: Calculo de los valores Reducidos Corregidos**

**CALCULO DEL VRC**

ZONA : Casco Urbano del Distrito                      CALLE : Calle 22 de Agosto

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + ( 9/95 ) * ( 100 - VAR )$$

Donde:  
 m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

m = 9.57

#	VALOR DE REDUCCION															TOTAL	q	VRC		
1	9.56	2.62	0.53															12.71	1	52.70
2																				
3																				

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

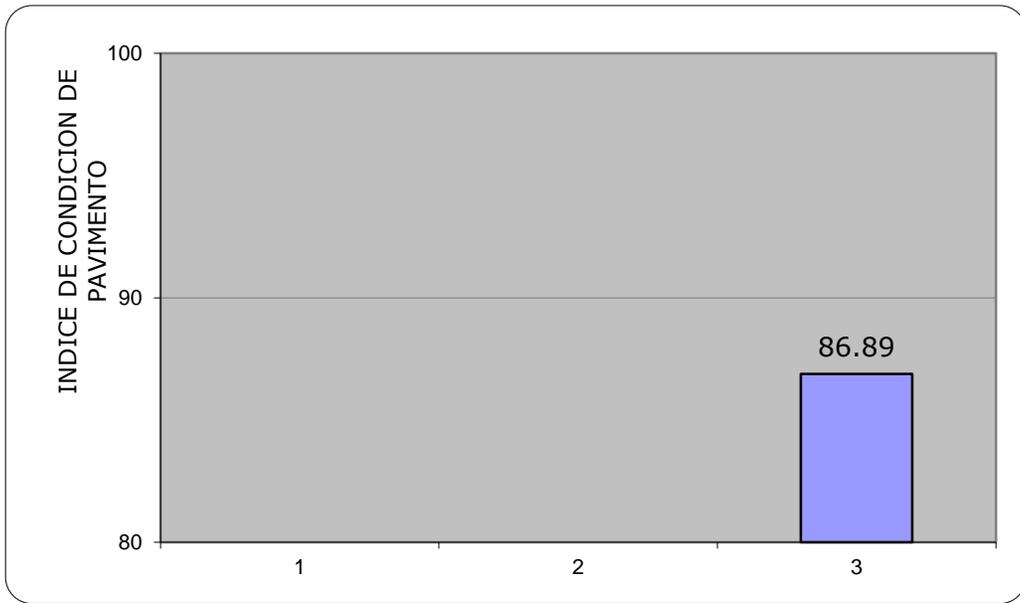
Máximo VRC = **13.11**

PCI = 100 - Máximo VRC

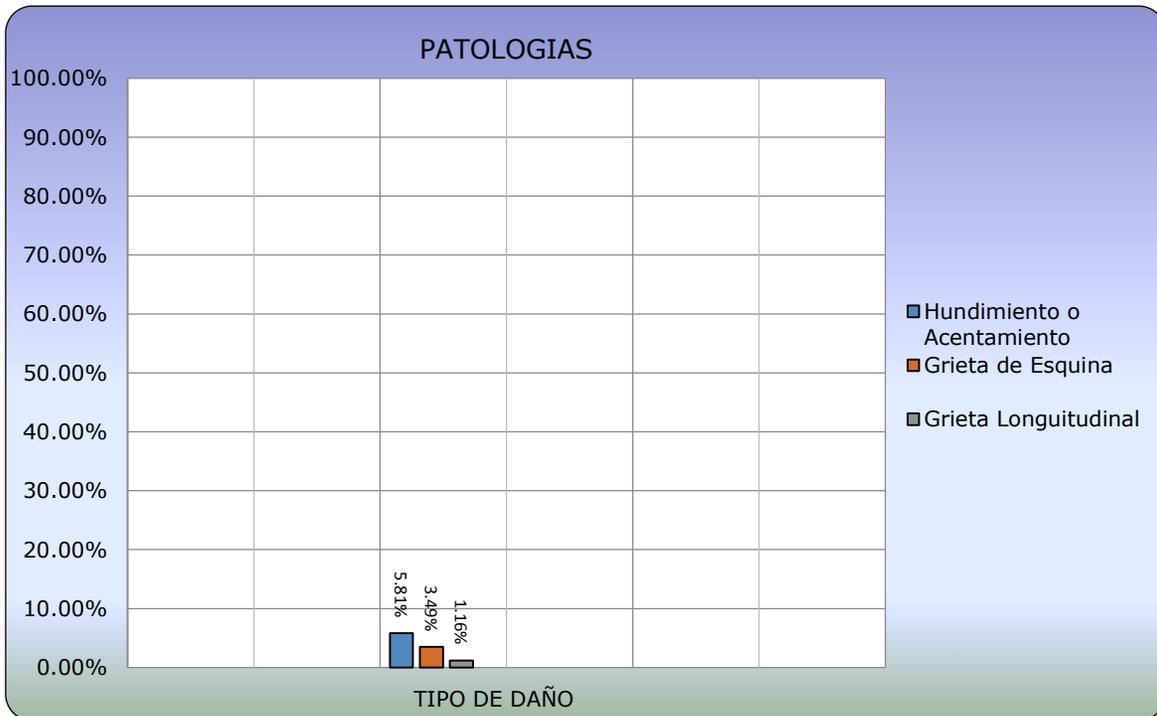
PCI = 100 - 13.11

PCI = **86.89**

Clasificación = EXCELENTE



**Grafico 10: PCI de la Calle 22 de Agosto, del Distrito de Canchaque**



**Grafico 11: Densidad de Patologías, del Distrito de Canchaque**



**Tabla 8: Calculo de los valores Reducidos Corregidos**

**CALCULO DEL VRC**

ZONA : Casco Urbano del Distrito      CALLE : Jr. Juan Francisco

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$m = 1 + ( 9/95 ) * ( 100 - VAR )$

Donde:  
 m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

m = **7.43**

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	13.94										13.94	1	49.73

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

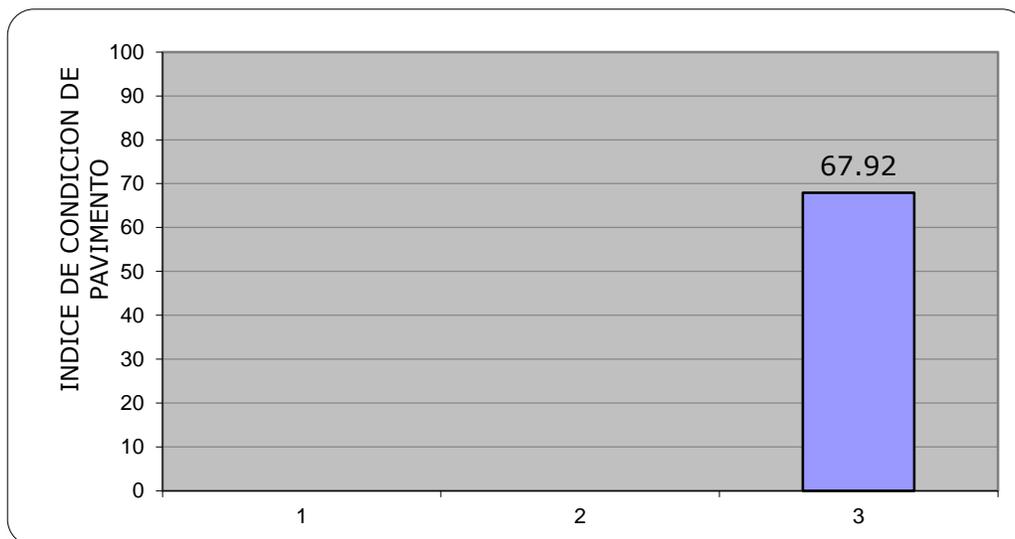
Máximo VRC = **32.08**

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 32.08

PCI = **67.92**

Clasificación = **BUENO**



**Grafico 12: PCI del Jr. Juan Francisco Ocaña, del Distrito de Canchaque**



**Grafico 13: Densidad de Patologías del Jr. Juan Francisco Ocaña, del Distrito de Canchaque**

La unidad de muestra N°4 tiene 32 losas y se encuentra ubicado en la parte oeste de la plaza de Canchaque en casco urbano del Distrito, para el análisis del presente estudio se tomara una cuadra de este Jr., en esta cuadra encontramos fisuras tipo hundimiento o asentamiento. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 32.08, dando como resultado un índice de PCI = 67.92 que corresponde a un pavimento en estado BUENO.



**Tabla 10: Calculo de los valores Reducidos Corregidos**

**CALCULO DEL VRC**

ZONA : Casco Urbano del Distrito                      CALLE : 2A

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + ( 9/95 ) * ( 100 - VAR )$$

Donde:  
 m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).  
 VAR = Valor individual mas alto de VR

m = 2.21

#	VALOR DE REDUCCION												TOTAL	q	VRC	
1	87.25	0.09												87.34	1	89.70
2																
3																

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

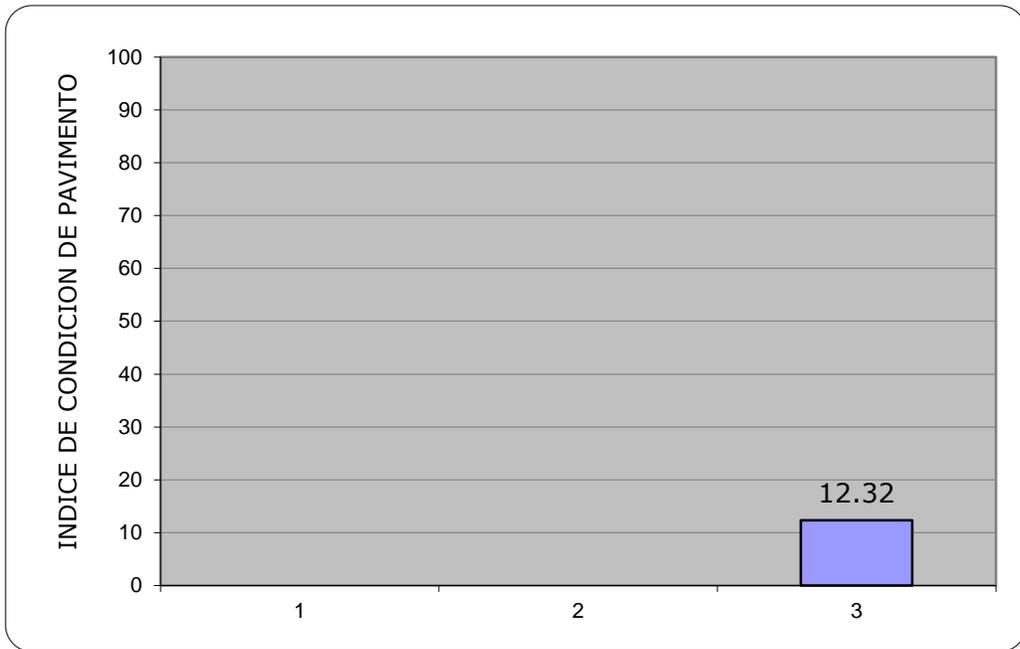
Máximo VRC = **87.68**

PCI = 100 - Máximo VRC

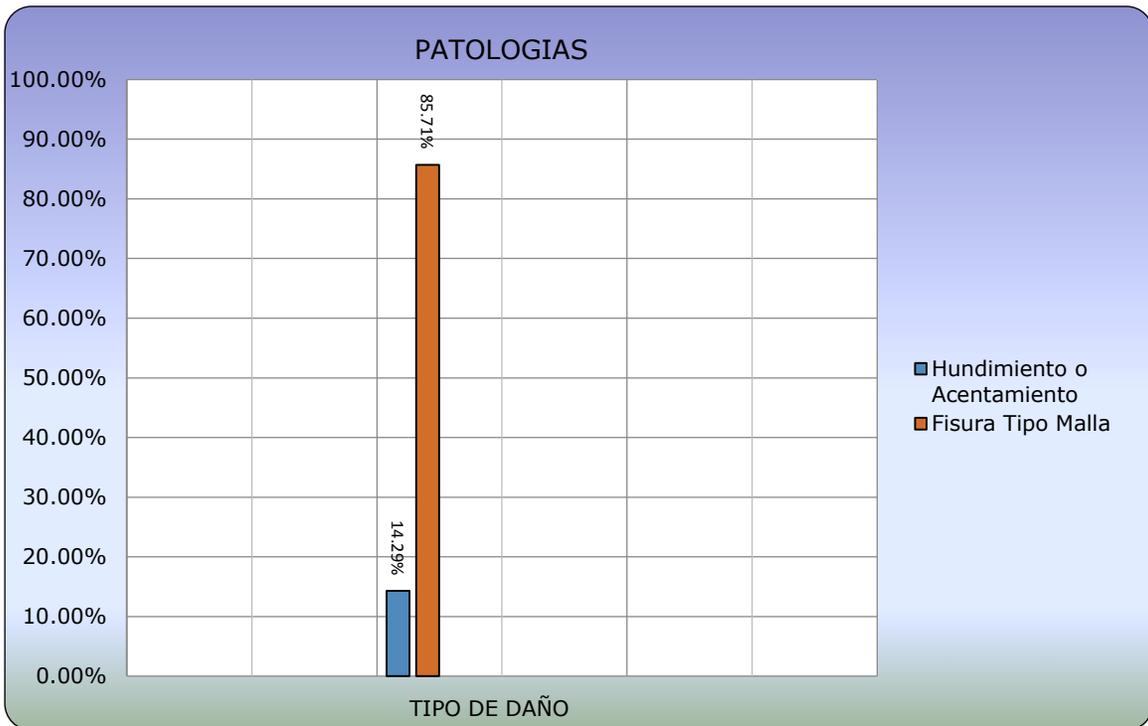
PCI = 100 - 87.68

PCI = **12.32**

Clasificación = MUY MALO



**Gráfico 14: PCI de la Vía de Penetración 2A, en el distrito de Canchaque**



**Gráfico 15: Densidad de Patologías de la Vía de Penetración 2A, en el distrito de Canchaque**

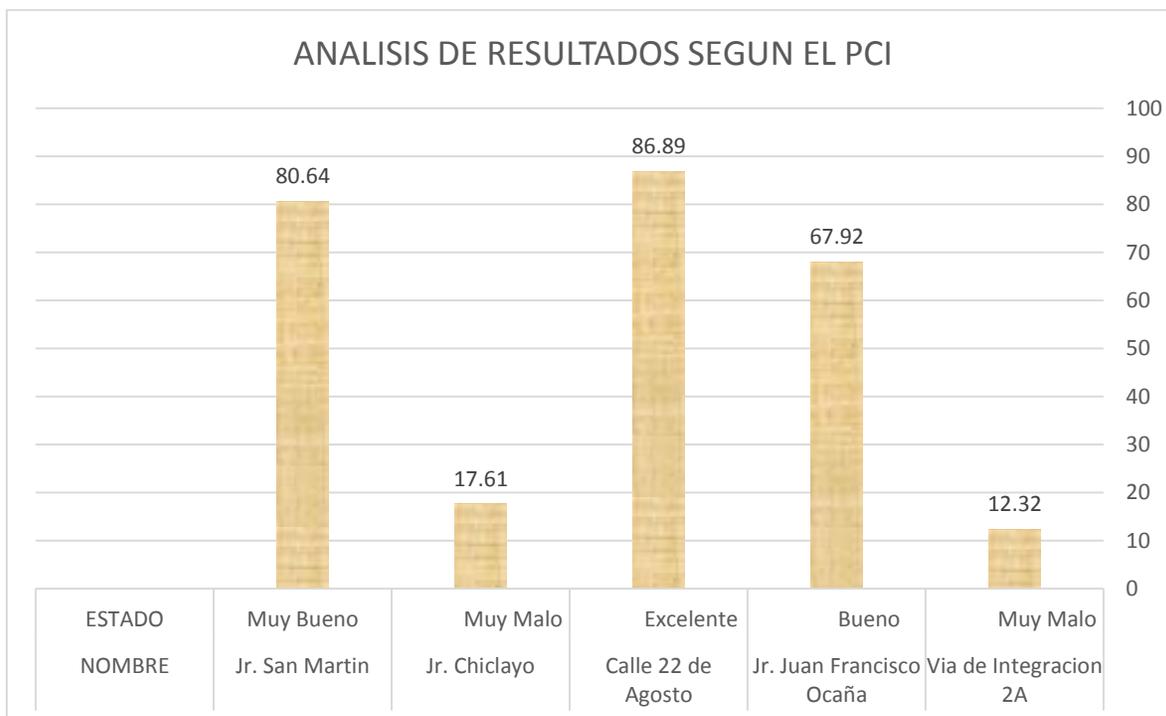
La unidad de muestra N° 5 tiene 84 losas y se tomara encuentra las dos cuadras que corresponden al casco urbano del Distrito, en estas unidad de muestra la fisuras que prevalecen son las fisuras tipo Malla seguidas por fisuras tipo hundimiento o asentamiento. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 87.68, dando como resultado un índice de PCI = 12.32 que corresponde a un pavimento en estado MUY MALO.

### **FECHA APROXIMADA DE CONSTRUCCIÓN**

<b>N° DE CUADRA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>AÑO DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>EDAD(AÑOS)</b>
1	Jr. San Martin	2001	17
2	Jr. San Martin	2001	17
3	Jr. San Martin	2001	17
4	Jr. Chiclayo	2001	17
5	Calle 22 de agosto	2001	17
6	Calle 22 de agosto	2001	17
7	Calle 22 de agosto	2001	17
8	Jr. Juan Francisco Ocaña	2001	17
9	2A	2001	17
10	2A	2001	17

#### 4.2.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la presente investigación se logró la evaluación de las calles del casco urbano del distrito de Canchaque – Piura, mediante los métodos utilizados, PCI, se obtuvieron los siguientes datos graficados.



**Grafico 16: Análisis de Resultados obtenidos del PCI**

**Tabla 11: TABLA DE INDICE DE PCI PROMEDIO**

CALCULO PROMEDIO DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI) DE LAS CALLES DE LA CIUDAD DE CANCHAQUE				
MUES- TRA	PCI ENCON- TRADO	CLASIFICACION	PCI PRO- MEDIO	CLASIFICA- CION
M1	80.64	MUY BUENO	53.08	REGULAR
M2	17.61	MUY MALO		
M3	86.89	EXCELENTE		
M4	67.92	BUENO		
M5	12.32	MUY MALO		
<b>TOTAL</b>	<b>265.38</b>			

## VI.- CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye.

- ✓ Las patologías predominantes en esta tesis tenemos; Fisura tipo Malla con 48.61%, Grieta Transversal con 21.89%, Hundimiento o Asentamiento con 9.19%; Grieta de Esquina con 3.49% y Grieta Longitudinal con 3.16%.
  
- ✓ La patología predominante y con mayor incidencia es la Fisura Tipo Malla con 48.61%
  
- ✓ En el análisis podemos determinar que dos calles tienen un nivel MUY MALO, de su pavimento siendo la Vía de Penetración la que se encuentra en peores condiciones con un PCI del 12.32, La calle que se encuentra en óptimas condiciones es la Calle 22 de Agosto su condición es EXCELENTE con un PCI 86.89.
  
- ✓ Finalmente determinamos que el área de estudio tiene un grado de severidad promedio de 53.08, que ubica al pavimento en un estado REGULAR.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- ✓ En el área de estudio se debe realizar inspecciones periódicas, rutinarias de acuerdo a un plan de mantenimiento, con la finalidad de tener un diagnóstico oportuno de posibles patologías y realizar trabajos para contrarrestar las mismas.
  
- ✓ Se recomienda realizar un análisis detallado de las causas que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, un mantenimiento oportuno y continuo será necesario para mantener en óptimas condiciones el pavimento de las vías.
  
- ✓ Para evitar las fisuras tipo Malla se debe realizar un adecuado diseño del pavimento así como poder elegir materiales idóneos, para su construcción que soporten la carga de vehículos, y se pueda la vía cumplir con el objetivo para la que fue creada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- Blog 360° en concreto (Colombia, 8 noviembre 2013) – como prevenir las fisuras en los pavimentos de concreto.

<http://blog.360gradosenconcreto.com/como-prevenir-las-fisuras-en-los-pavimentos-de-concreto/>

2.- Euclid Group Toxement (Colombia 2017) “Guía de Reparacion de Pavimentos Rígidios”

[http://www.toxement.com.co/media/2259/documento\\_pavimentos\\_rigidios.pdf](http://www.toxement.com.co/media/2259/documento_pavimentos_rigidios.pdf)

3.- Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones – Republica Dominicana (2016) – Catalogo de Fallas; identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación.

<http://mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>

4.- Colegio de Arquitectos de Chuquisaca y la Cámara de la Construcción (CADECO) <http://www.correodelsur.com/2013/10/24/1.php>

5.- Epsa – labco, ingenieros consultores s.a (2013). Guía de Pavimentos Rígidios para carreteras de alto volumen – Republica Dominicana.

6.- Leyton Alfredo, Galvis Giron Juan Pablo, Reyes Bernal Ingrid, Sarria Castillo Pilar, Chamorro Durley (2014). Origenes, causas, riesgos y soluciones a las patologías en estructuras de concreto y metálicas. Santiago de cali, Colombia.

7.- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto –IMCYC. (2007). el concreto en obra, Problemas, Causas y soluciones. México.

8.- Monroy Martin, Raúl Nicolás. (2007). patologías en estructuras de hormigón armado aplicado a marquesina del parque saval.(Tesis). Valdivia-Chile: Universidad Austral de Chile.

9.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos (2013) – PERÚ.

10.- Mora Q. Samuel. (2009). pavimentos de concreto hidráulico. Universidad

Nacional de Ingeniería. Perú.

11.- Rivva L., Enrique. (2006). durabilidad y patología del concreto. Perú.

12.- Cisneros Loza, César Eduardo. (2012). Facultad de Ingeniería Civil-Universidad Nacional “San Luis Gonzaga de Ica”. Perú.

13.- Espinoza Ordinola Tulio Enrique (2010) en su tesis “Determinación Y Evaluación del Nivel de Incidencia de las Patologías del Concreto en los Pavimentos Rígidos de la Provincia de Huancabamba, Departamento De Piura”. Perú.

14.- Neira Jaramillo Alex Antonio (2015) en su tesis “Determinación Y Evaluación del Nivel de Incidencia de las Patologías del Concreto en las Calles de la Capital del Distrito de Sondorillo, Provincia de Huancabamba, Departamento De Piura”. Perú.

15.- Aguilar Burgos, Sergio Miguel. (2014) en su tesis “Evaluación de los niveles de incidencia de las patologías del concreto del pavimento rígido en las calles: Sucre cuadra 01 a la 05 y calle Grau cuerdas 04 a la 06 de Sullana – Piura octubre 2014”. Perú.

16.- Riofrio Suarez, en su tesis “Una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado”

17.- Capítulo I “Método AASHTO 93 11.11.2014 para el diseño de pavimentos rígidos” – (2014)

18.- Calo Diego H. Coordinador del Departamento Técnico de Pavimentos Instituto del Cemento Portland Argentino Nueva Metodología para el Diseño de Pavimentos de Hormigón ACPA StreetPave - Argentina (2012)

19.- Mendoza Ipanaque, Hipólito. (2014). Definición Y Evaluación de las patologías del concreto de las veredas de la av. lima comprendida entre las cuerdas i y v, del distrito de la unión, provincia y departamento de Piura, para determinar su posible rehabilitación.

## ANEXOS

### FOTOGRAFÍAS:



Grafico 17: – Jr. San Martin Cuadra 1; Fisura Transversales y Longitudinales

Fuente: Propia



Grafico 18: Jr. San Martin Cuadra 2; Fisura Tipo Malla.

Fuente: Propia



Grafico 19: Jr. San Martin Cuadra 3; Fisura Tipo Hundimiento y Tipo Malla.

Fuente: Propia



Grafico 20: Jr. Chiclayo; Fisura transversal y Fisura Malla.

Fuente: Propia



Grafico 21: Calle 22 de Agosto Cuadra 4, Fisura por Hundimiento

Fuente: Propia



Grafico 22: Calle 22 de Agosto Cuadra 4, Fisura de Esquina

Fuente: Propia.



Grafico 23: Calle 22 de Agosto Cuadra 6; Fisuras Transversales y Longitudinales.

Fuente: Propia



Grafico 24: Jr. Francisco Ocaña Cuadra 2; Fisuras por Hundimiento.

Fuente: Propia



Grafico 25: Ruta de penetración 2A Piura – Huancabamba; Fisuras Tipo Malla.

Fuente: Propia



Grafico 26: Ruta de penetración 2A Piura – Huancabamba; Fisura Por Hundimiento.

Fuente: Propia

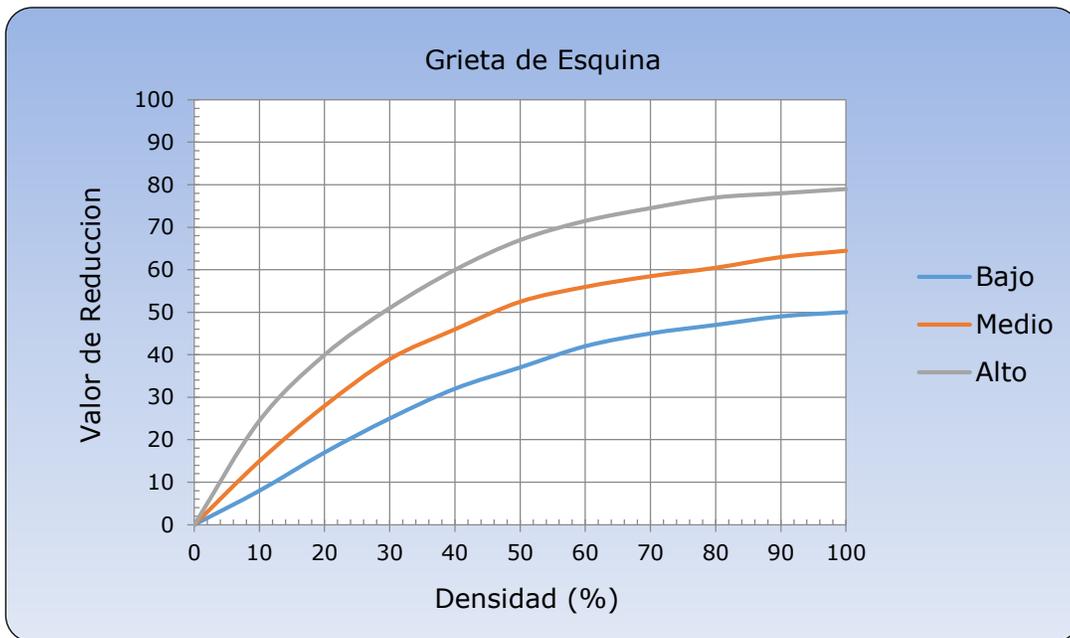


Grafico 27: Curvas para Pavimentos de Concreto- Grieta de esquina



Grafico 28: Curvas para Pavimentos de Concreto- Grieta Lineal

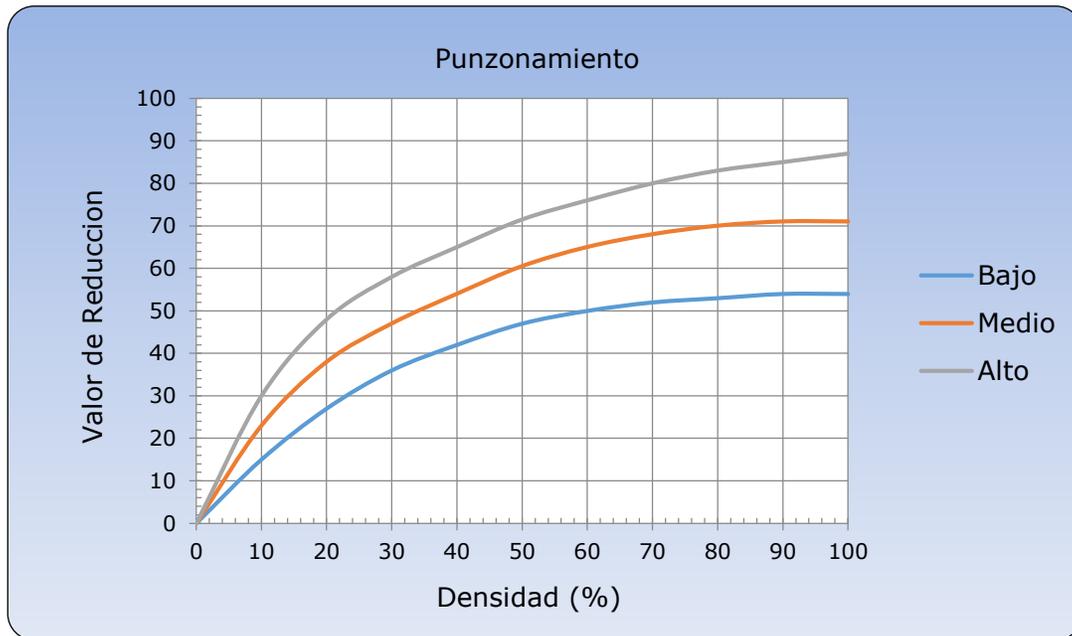


Grafico 29: Curvas para Pavimentos de Concreto- Punzamiento

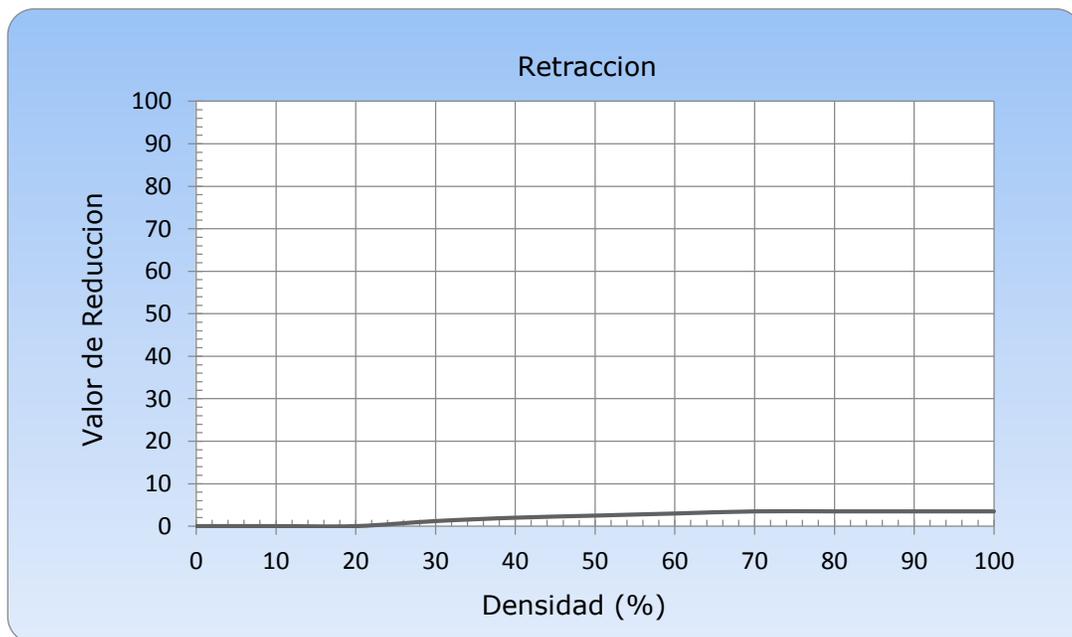


Grafico 30: Curvas para Pavimentos de Concreto- Retraccion

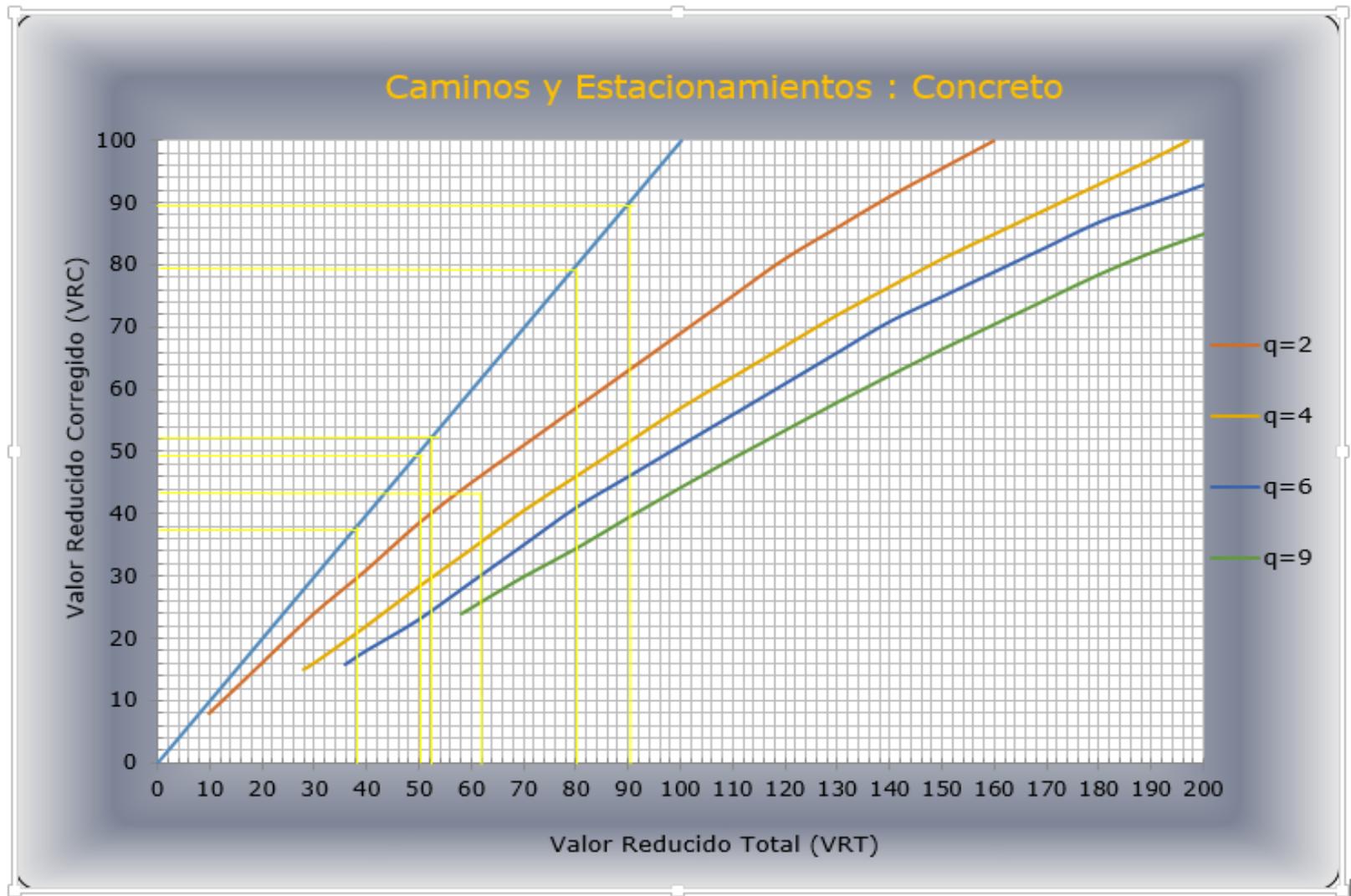
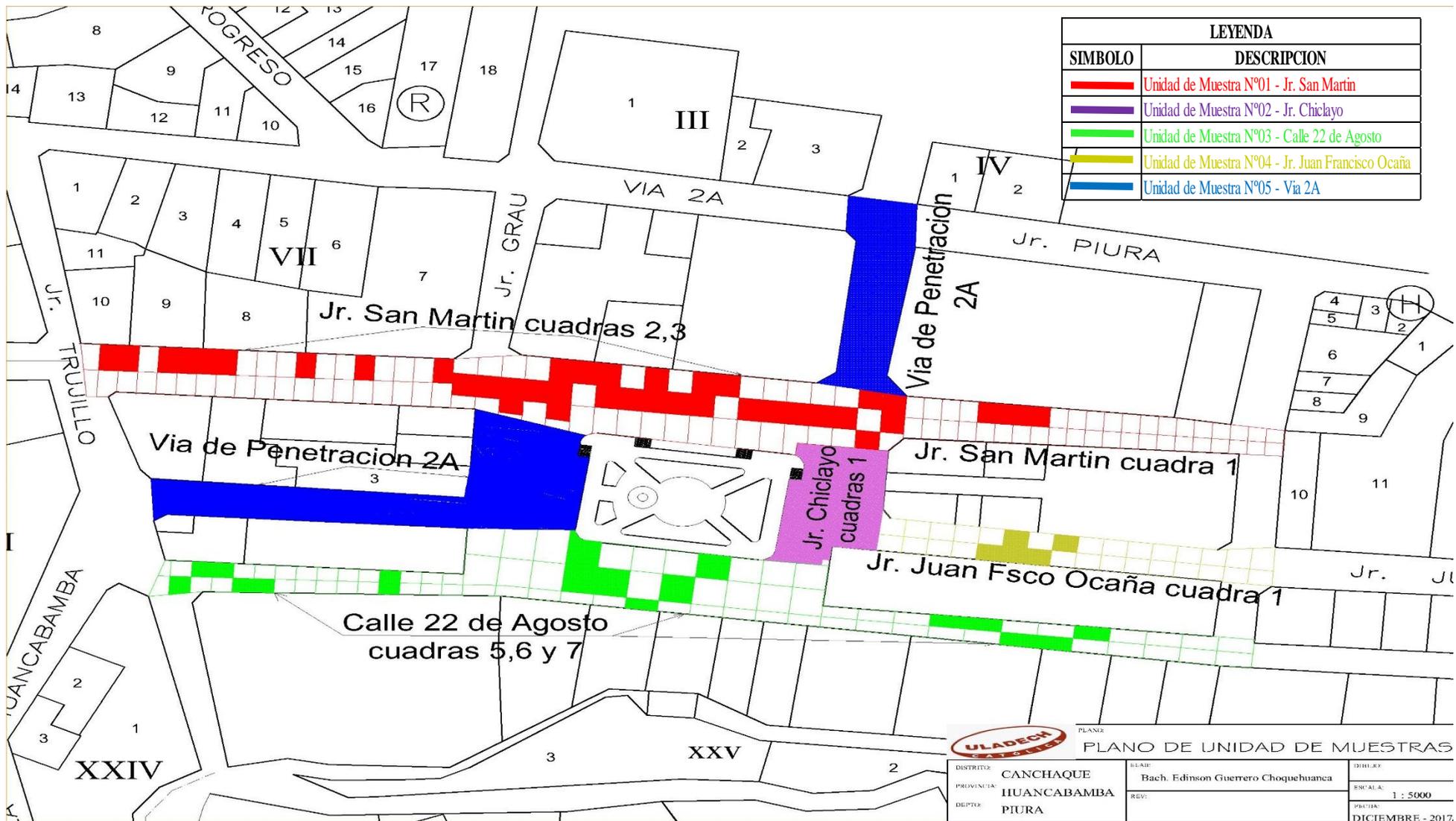


Grafico 31: Curvas de valores deducidos corregidos para Pavimentos de Concreto Hidraulico



**Grafico 32: Plano de ubicación de unidades de muestra del área de estudio**

