

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la
carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo
83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito
de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019**

Para optar el título profesional de:

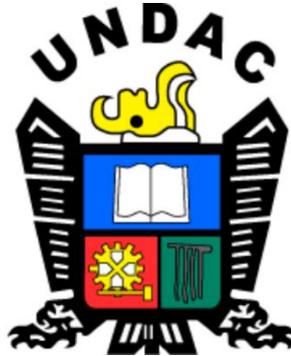
Ingeniero Civil

Autor: Bach. Joel Jerli RIVERA MELENDEZ

Asesor: Arq. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la
carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo
83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito
de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

PRESIDENTE

Ing. Eder Guido ROBLES MORALES

MIEMBRO

Ing. Pedro YARASCA CORDOVA

MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019, entre los meses de Agosto a Setiembre del 2019. El cual, en la actualidad, no se conoce la condición de estado actual. Conocer el estado del pavimento es importante para poder definir un plan de conservación y mantenimiento de la vía, debido a la importancia que posee al ser de alto tránsito.

El objetivo principal es evaluar el estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. El cual se para el cumplimiento del objetivo, se realiza la evaluación, aplicado la Metodología PCI.

Habiendo realizado todos los pasos necesarios para la evaluación se tiene que el PCI promedio ponderado para la evaluación de la plataforma de pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), para el tramo resultado **77.81**, clasificándose como un pavimento MUY BUENO, debido a que se trata de un pavimento antiguo con unos 25 años de servicio.

Palabras clave: Evaluación superficial de pavimentos rígidos, Índice de Condición de pavimentos (PCI).

ABSTRACT

This research was conducted in rigid pavement Longitudinal Highway "PE-3N" Sierra Norte in section 83 + 020-84 + 380 KM (Urban Area Carhuamayo) - carhuamayo district; Junin province and region - 2019, between the months of August to September 2019. Which, at present, no status current status is known. Knowing the state of the pavement is important to define a conservation plan and track maintenance due to the importance that when high traffic.

The main objective is to assess the current state of rigid pavement of Highway Longitudinal "PE-3N" Sierra Norte in section 83 + 020-84 + 380 KM (Urban Area Carhuamayo) - carhuamayo district; Junin province and region - 2019 which is to fulfill the objective, the evaluation performed, the PCI methodology applied.

Having made all the necessary steps for the evaluation must be the PCI weighted average for evaluation platform rigid pavement Longitudinal Highway "PE-3N" Sierra Norte in section 83 + 020 to 84 + 380 km (Urban area Carhuamayo), for section 77.81 resulted, classified as a very good pavement because it is an old pavement with about 25 years of service.

Keywords: Surface evaluation of rigid pavements, Pavement Condition Index (PCI).

INTRODUCCIÓN

La evaluación de un pavimento rígido puede ser de manera superficial y estructural, la cual consiste en determinar los daños existentes en éste, así como las causas de origen. Asimismo, tiene por objeto que los resultados que se desprendan de su aplicación se tomen en cuenta al formular las especificaciones de diseño y construcción de nuevos pavimentos rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019.

En este estudio se evaluará la plataforma del pavimento rígido superficialmente mediante el método del PCI, el cual consiste en inspeccionar de forma visual y determinar las fallas existentes en el pavimento rígido, para luego procesar los datos obtenidos, determinar su cantidad, severidad y densidad del mismo, determinando la condición en que se encuentra el pavimento rígido, el cual está en un rango de 0(cero) para pavimentos colapsados y 100(cien) para pavimentos en excelente estado.

La presente tesis tiene como objetivo general Evaluar el estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019, mediante el método Pavement Condition Index (PCI).

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
INDICE DE TABLA	
ÍNDICE DE GRAFICO	
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema principal.....	3
1.3.2.	Problema específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivos general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitación de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	11
2.2.1.	Pavimento.....	11
2.2.1.1.	Definición.....	11
2.2.1.2.	Características.....	12
2.2.1.3.	Tipos de pavimentos.....	12
2.2.1.4.	Serviciabilidad de pavimentos.....	14
2.2.1.5.	Evaluación de pavimentos.....	15
2.2.1.6.	Tipos de evaluación de pavimentos.....	16
2.2.1.7.	Evaluación del pavimento existente.....	17
2.2.1.8.	Tipos de fallas en pavimentos.....	20
2.2.1.8.1.	Fallas de superficie.....	20
2.2.1.8.2.	Fallas estructurales.....	20
2.2.2.	Método del índice de condición de pavimento.....	20

2.2.2.1.	Norma.....	20
2.2.2.2.	Definición.....	20
2.2.2.3.	Tipos de fallas en pavimentos rígidos	22
2.2.3.	Patología.....	62
2.2.3.1.	Patologías constructivas y procesos patológicos.....	62
2.2.3.2.	Lesiones.....	63
2.2.4.	Método de evaluación del pci.....	75
2.2.4.1.	Procedimiento de evaluación	78
2.2.4.2.	Mantenimiento y rehabilitación.....	84
2.3.	Definición de términos básicos.....	85
2.4.	Formulación de hipótesis.....	87
2.4.1.	Hipótesis general	87
2.4.2.	Hipótesis específicas	87
2.5.	Identificación de variables	87
2.5.1.	variable independiente.....	87
2.5.2.	Variable dependiente.....	87
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	88
CAPÍTULO III		
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN		
3.1.	Tipo de investigación.....	89
3.2.	Métodos de investigación.....	89
3.3.	Diseño de la investigación.....	90
3.4.	Población y muestra.....	90
3.4.1.	Población.....	90
3.4.2.	Muestra.....	90
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	92
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	92
3.7.	Tratamiento estadístico	96
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación....	97
3.8.1.	Selección de los instrumentos de investigación	97
3.8.2.	Confiabilidad de los instrumentos de investigación	97
3.9.	Orientación ética	97
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	Descripción de trabajo de campo	98
4.1.1.	Ubicación de la zona de estudio	98
4.1.2.	Datos de la vía analizar.....	99

4.1.3.	Calculo de unidades de muestreo.....	99
4.1.4.	Evaluación de muestras.....	108
4.1.4.1.	Muestra M-01.....	108
4.1.4.2.	Muestra M-02.....	109
4.1.4.3.	Muestra M-03.....	110
4.1.4.4.	Muestra M-04.....	111
4.1.4.5.	Muestra M-05.....	112
4.1.4.6.	Muestra M-06.....	113
4.1.4.7.	Muestra M-07.....	114
4.1.4.8.	Muestra M-08.....	115
4.1.4.9.	Muestra M-09.....	116
4.1.4.10.	Muestra M-10.....	117
4.1.4.11.	Muestra M-11.....	118
4.1.4.12.	Muestra M-12.....	119
4.1.4.13.	Muestra M-13.....	120
4.1.4.14.	Muestra M-14.....	121
4.1.4.15.	Muestra M-15.....	122
4.1.4.16.	Muestra M-16.....	123
4.1.4.17.	Muestra M-17.....	124
4.1.4.18.	Muestra M-18.....	125
4.1.4.19.	Muestra M-19.....	126
4.1.4.20.	Muestra M-20.....	127
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	128
4.3.	Prueba de hipótesis.....	129
4.3.1.	Hipótesis general planteado.....	129
4.3.2.	Prueba del hipótesis general planteado.....	129
4.4.	Discusión de resultados.....	130

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Niveles de Severidad para Losa Dividida.....	27
Tabla 2. Niveles de Severidad para Escala	32
Tabla 3. Niveles de Severidad para Punzonamiento.	50
Tabla 4. Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina	58
Tabla 5. Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta	60
Tabla 6. Rangos de calificación del PCI.	77
Tabla 7. Intervención en base al rango PCI.	78
Tabla 8. Zonas de mantenimiento según valor PCI.	85
Tabla 9. Operatividad de las Variables.....	88
Tabla 10. Coordenadas de la vía	93
Tabla 11. Punto Inicial y Punto Final.....	98
Tabla 12. Características del tramo	99
Tabla 13. Unidades de muestra a evaluar.....	101
Tabla 14. Registro de fallas en la M-1.....	101
Tabla 15. Conteo de cada falla en la M-1.....	102
Tabla 16. Densidad de cada clase de falla de la M-1	102
Tabla 17. Valor deducido cada clase de falla de la M-1	103
Tabla 18. Nº admisible máximo deducidos de cada clase de falla de la M-1	104
Tabla 19. Valor deducido más alto de falla de la M-1	104
Tabla 20. Nº de valores deducido mayores que 2 de cada clase de falla de la M-1 .	105
Tabla 21. Reduzca a 2 al menor de los valores deducidos ind. de cada clase de falla de la M-1.....	106
Tabla 22. Determinar el máximo valor corregido de cada clase de falla de la M-1 ...	107
Tabla 23. Tabla del PCI	107
Tabla 24. Conteo de Fallas de la Muestra 01	108
Tabla 25. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 1	108
Tabla 26. Conteo de Fallas de la Muestra 02	109
Tabla 27. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 2	109
Tabla 28. Conteo de Fallas de la Muestra 03	110
Tabla 29. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 3	110
Tabla 30. Conteo de Fallas de la Muestra 04	111
Tabla 31. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 4	111
Tabla 32. Conteo de Fallas de la Muestra 05	112
Tabla 33. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 5	112
Tabla 34. Conteo de Fallas de la Muestra 06	113
Tabla 35. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 6	113
Tabla 36. Conteo de Fallas de la Muestra 07	114
Tabla 37. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 7	114
Tabla 38. Conteo de Fallas de la Muestra 08	115
Tabla 39. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 8	115
Tabla 40. Conteo de Fallas de la Muestra 09	116
Tabla 41. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 9	116
Tabla 42. Conteo de Fallas de la Muestra 10	117
Tabla 43. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 10	117
Tabla 44. Conteo de Fallas de la Muestra 1	118

Tabla 45. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 11	118
Tabla 46. Conteo de Fallas de la Muestra 12	119
Tabla 47. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 12	119
Tabla 48. Conteo de Fallas de la Muestra 13	120
Tabla 49. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 13	120
Tabla 50. Conteo de Fallas de la Muestra 14	121
Tabla 51. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 14	121
Tabla 52. Conteo de Fallas de la Muestra 15	122
Tabla 53. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 15	122
Tabla 54. Conteo de Fallas de la Muestra 16	123
Tabla 55. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 16	123
Tabla 56. Conteo de Fallas de la Muestra 17	124
Tabla 57. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 17	124
Tabla 58. Conteo de Fallas de la Muestra 18	125
Tabla 59. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 18	125
Tabla 60. Conteo de Fallas de la Muestra 19	126
Tabla 61. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 19	126
Tabla 62. Conteo de Fallas de la Muestra 20	127
Tabla 63. Calculo del PCI y Calificación de la Muestra 20	127
Tabla 64. Calculo del PCI - RESUMEN	128
Tabla 65. Porcentaje de Calculo del PCI - RESUMEN	130

ÍNDICE DE GRAFICO

Grafico 1. Calculo de grieta de esquina de la M-1	103
Grafico 2. Curva de corrección para determinar el valor deducido total CDV	106
Grafico 3. Valor de PCI - 1	128
Grafico 4. Valor del PCI - 2	129
Grafico 5. Evaluación de Categorización de PCI.....	130

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad	2
Ilustración 2. Sección de pavimento flexible.....	12
Ilustración 3. Sección de pavimento rígido	13
Ilustración 4. Esquema de los elementos que conforman un pavimento flexible y pavimento rígido	14
Ilustración 5. Esquema del comportamiento de pavimentos.....	14
Ilustración 6. Escala de condición de pavimentos	21
Ilustración 7. Blowup / Buckling de alta severidad.....	23
Ilustración 8. Blowup / Buckling de media severidad.....	24
Ilustración 9. Blowup / Buckling de baja severidad.....	24
Ilustración 10. Grieta de esquina de baja severidad.....	26
Ilustración 11. Grieta de esquina de severidad media.....	26
Ilustración 12. Grieta de esquina de alta severidad.....	27
Ilustración 13. Losa dividida de baja severidad.	28
Ilustración 14. Losa dividida de severidad media.	28
Ilustración 15. Losa dividida de alta severidad.	29
Ilustración 16. Grieta de durabilidad de baja severidad	30
Ilustración 17. Grieta de durabilidad de severidad media.	31
Ilustración 18. Losa dividida de alta severidad.	31
Ilustración 19. Escala de baja severidad.	33
Ilustración 20. Escala de severidad media.	33
Ilustración 21. Escala de alta severidad.	33
Ilustración 22. Daño del sello de junta de baja severidad.....	35
Ilustración 23. Daño del sello de junta de severidad media.....	35
Ilustración 24. Daño del sello de junta de alta severidad.....	36
Ilustración 25. Desnivel carril / berma de baja severidad.....	37
Ilustración 26. Desnivel carril / berma de severidad media.....	37
Ilustración 27. Desnivel carril / berma de alta severidad.....	38
Ilustración 27. Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple.	40
Ilustración 29. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado....	41
Ilustración 30. Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.	42
Ilustración 31. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.	43
Ilustración 32. Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media.	44
Ilustración 33. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta	44
Ilustración 34. Parche pequeño de baja severidad.....	45
Ilustración 35. Parche pequeño de severidad media.....	46
Ilustración 36. Parche pequeño de alta severidad.....	46
Ilustración 37. Pulimento de agregados.	47
Ilustración 38. Popouts.....	48
Ilustración 39. Bombeo.	50
Ilustración 40. Punzonamiento de baja severidad.	51
Ilustración 41. Punzonamiento de severidad media.	51
Ilustración 42. Punzonamiento de alta severidad.	52
Ilustración 43. Cruce de vía férrea de baja severidad.	53
Ilustración 44. Cruce de vía férrea de severidad media.....	53
Ilustración 45. Cruce de vía férrea de alta severidad	54
Ilustración 46. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad.	55

Ilustración 47. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de severidad media.	56
Ilustración 48. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad ..	56
Ilustración 49. Grietas de contracción.	57
Ilustración 50. Descascaramiento de esquina de baja severidad.	59
Ilustración 51. Descascaramiento de esquina de severidad media.	59
Ilustración 52. Descascaramiento de esquina de alta severidad	59
Ilustración 53. Descascaramiento de junta de baja severidad	61
Ilustración 54. Descascaramiento de junta de severidad media.	62
Ilustración 55. Descascaramiento de junta de alta severidad	62
Ilustración 56. ubicación satelital del área de proyecto en estudio.	93
Ilustración 57. Punto inicial y final del tramo en estudio.	99

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El Distrito de Carhuamayo es uno de los cuatro que conforman la Provincia de Junín, en el Departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno regional de Junín, en la sierra central del Perú. Por el cual la carretera PE-3N denominada Carretera Longitudinal de la Sierra Norte, atraviesa la zona urbana del distrito de Carhuamayo, en el kilómetro inicial 82+020 a y el kilómetro final 84+380 por el cual se componen de pavimento rígido. El cual debe prestar un buen servicio de confort y seguridad a los usuarios; sin embargo, en los últimos años la superficie de rodadura de esta zona de la Carretera Longitudinal de la Sierra Norte se viene deteriorando permanentemente, trayendo consecuencias dificultades en el tránsito.

El deterioro del pavimento rígido de la Carretera Longitudinal de la Sierra Norte, se debe a diferentes factores como cargas repetidas de tránsito, factores ambientales, deficiencias constructivas o combinación de estos factores.



Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

En la superficie de rodadura de este pavimento rígido es común encontrar grietas, parches, pulimiento de agregados, descascaramiento de juntas entre otros. En las grietas y deterioros de juntas del pavimento se acumula suelo o roca, que en épocas de lluvia permite la infiltración de agua de forma importante ¹ causando asentamientos de la losa, así como, la aparición de los diferentes tipos de grietas en tiempos cálidos por la incompresibilidad de estos materiales, que no permiten la expansión o contracción de la losa del pavimento.

Pero el principal problema consiste en que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado de la vía, es decir, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El tramo en estudio es el pavimento rígido correspondiente de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), en el Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de

Junín. Se tomó como punto inicial la cuadra en el Kilómetro 83+020 donde Inicia la zona de asfalto rígido y como punto final en el Kilómetro 84+380 donde termina la zona de asfalto rígido.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo - Provincia y Región de Junín – 2019?

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS

- ¿Cómo INFLUYE las fallas existentes de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo - Provincia y Región de Junín – 2019?
- ¿Cuál es el índice de condición del pavimento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo - Provincia y Región de Junín – 2019?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVOS GENERAL

Evaluar el estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las fallas existentes de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019.

Determinar el índice de condición del pavimento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se justifica en la necesidad de conocer el estado actual del pavimento rígido que tienen de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), según las incidencias del tipo de patologías identificadas, asimismo indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

Por lo cual nos permite las incidencias de patologías del concreto en pavimentos rígidos, que existen en las de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019.

Con el afán de buscar una solución al problema aminorando costos en menor tiempo se sigue investigando sobre los tipos de patologías que se encuentran en el pavimento en este contexto la presente tesis se centra un esquema al determinar las patologías presentes y/o existentes.

1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- El presente trabajo de investigación se limita al estudio a las plataformas de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo).
- Los resultados logrados son válidos solamente para la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

TEMA : Estudios definitivos para el mantenimiento periódico de la carretera panamericana sur, tramo Puente Santa Rosa – Puente Montalvo.

AUTOR: Provias Nacional

INSTITUCIÓN: Provias

AÑO : 2012

RESUMEN: El Estado Peruano ha invertido importantes recursos económicos en la rehabilitación y modernización de las carreteras de la Red Vial Nacional Asfaltada, y para su mantenimiento sucesivamente ha ido racionalizando la gestión, habiendo en este proceso finalmente llegado a crear PROVIAS

NACIONAL (Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional), según D.S. N° 033-2002-MTC de fecha 12.07.02, entidad a la cual se le transfirió la administración y el mantenimiento de las carreteras de la Red Vial Nacional..(...)

TEMA : Estudio definitivo de ingeniería para el mejoramiento de la carretera: Patahuasi – Yauri – Sicuani, tramo: San Genaro – El Descanso, Km. 11+096 – Km. 42+860.

AUTOR: Provias Nacional

INSTITUCIÓN: Provias Nacional

AÑO : 2015

RESUMEN: El Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi – Yauri – Sicuani, fue declarado viable por la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) mediante oficio N° 1413-2002EF/68.01 del 12-11-2002, e Informe Técnico N° 111-2002-EF/68.01 Debido a los incrementos de costos y cambios de estándar técnico del proyecto, la unidad ejecutora Provías Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ha efectuado una nueva evaluación del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Patahuasi – Yauri – Sicuani, el cual ha sido aprobado por la OPI Transportes mediante Informe N° b482- 2006-MTC/09.02, solicitándose la verificación de la viabilidad a la DGPM mediante Oficio N° 481-2006-MTC/09.02. (...)

TEMA: Determinación y evaluación de las patologías del concreto de las veredas del AA-HH Jorge Chavez de Talara Alta – Provincia de Talara- Departamento de Piura, año 2012

AUTOR: José Miguel Aquino Lachira

INSTITUCIÓN: Universidad Católica los Ángeles Chimbote

AÑO : 2012

RESUMEN : El Asentamiento Humano Jorge Chávez, se encuentra ubicado en el Cono Sur de la Ciudad de Talara cuya extensión es de 148,795.20 M2 y tiene como límites por el norte el AA-HH. Maruja Sullón, por el Sur AA-HH. Pilar Nores de García, por el Oeste la Quebrada el Acholao y por el este AA-HH. San Sebastián, tiene una temperatura promedio de 29° C en verano y 22° C en invierno, presenta una topografía irregular, de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución.(...)

TEMA : Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura

AUTOR: Tulio Enrique ESPINOZA ORDINOLA

INSTITUCIÓN: Universidad Católica los Ángeles Chimbote

AÑO : 2010

RESUMEN: La decisión política del Estado Peruano, de promover el desarrollo de la red vial en todo el litoral peruano ya que en la actualidad se cuenta con una longitud de 78,200 km, de los cuales 68,790 km (87%) son caminos no pavimentados, caminos que históricamente se mantienen a través de la ejecución de carpetas de rodadura granulada (nivel de afirmado) (...)

TEMA : Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de concreto rígido en el barrio de Villón Alto – distrito de Huaraz – Provincia de Huaraz – Región Ancash- 2013

AUTOR: Mariela GUERRERO ROSALES

INSTITUCIÓN: Universidad Privada Antenor Orrego

AÑO : 2017

RESUMEN: El Distrito de Huaraz de la Provincia Huaraz de la Región Ancash se encuentra al norte del Perú a 9° 31' de latitud sur, a 77° 31' de longitud oeste y a una altura promedio de 3050 msnm, con temperatura promedio de 18° que oscilan entre los 12°C y 24°C de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas según la época, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado en los procesos constructivos de pavimentos. Dado que en la ciudad de Huaraz la variación altitudinal es muy evidente el cual está comprendido entre los 3030 a 3150 msnm, donde encontramos los siguientes casos. (...)

TEMA : Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de concreto hidráulico en el barrio de Villon Alto – distrito de Huaraz – Provincia de Huaraz – Región Ancash

AUTOR: Melquiades Eugenio GONZALES ANTUNEZ

INSTITUCIÓN: Universidad Católica los Ángeles Chimbote

AÑO: 2011

RESUMEN: La ciudad de Huaraz desde hace mucho, viene sufriendo cambios en el espacio territorial y social, motivo por el cual las autoridades tratan de dotar a la población mejores servicios para generar mayor bienestar, es el caso de que se construyen obras de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad de vehículos y transeúntes. Se tiene conocimiento que la gran mayoría de infraestructuras no cumplen con su periodo de diseño, por ello nos preguntamos donde está la falla, motivo por cual hemos investigado en un caso específico que son los “pavimentos de concreto hidráulico” las causas que originan su

enfermedad, para ello usamos el Método del PCI con el cual se ha evaluado la condición actual de las calles en el barrio de Villón Alto. (...)

TEMA: Diagnóstico del estado situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012

AUTOR: CAMPOSANO OLIVERA, Jhessy Elian

INSTITUCIÓN: Universidad Peruana los Andes

AÑO: 2012

RESUMEN: El diseño y el mantenimiento de las estructuras de pavimentos flexibles es un tema de estudio e investigación, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la construcción y, particularmente, en la recuperación de la estructura de las vías vehiculares pavimentadas. Este trabajo de investigación, realiza un diagnóstico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina, haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, con un trabajo de campo, en el cual se realiza el recorrido de la vía anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición y el catálogo de fallas para pavimentos asfálticos, después del levantamiento de fallas se realiza el trabajo en gabinete con el cálculo final de PCI, siendo este el primer paso para lograr una vía pavimentada de mejor calidad y que cumpla correctamente su tiempo de vida útil. . (...)

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. PAVIMENTO.

2.2.1.1. DEFINICIÓN.

- Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua.
- Un pavimento es 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. 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.

2.2.1.2. CARACTERÍSTICAS.

- i. Ofrecerán una superficie plana, sobre la que pueda transitarse sin dificultad.
- ii. Ser resistentes al uso, tanto a la abrasión por el rozamiento al que se ve sometido, como a las cargas que debe soportar, y en algunos tipos de pavimento, a agresiones químicas o a impactos a los que pueda estar sometido.
- iii. Ser resistentes a los cambios bruscos de la temperatura y a los impactos de algún cuerpo proyectado con violencia.
- iv. No crear problemas de posible deslizamiento de los usuarios.
- v. Deberán ser económicos.

2.2.1.3. TIPOS DE PAVIMENTOS.

Se tiene:

- **Pavimentos flexibles:** es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y subbase. En la siguiente figura se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible.

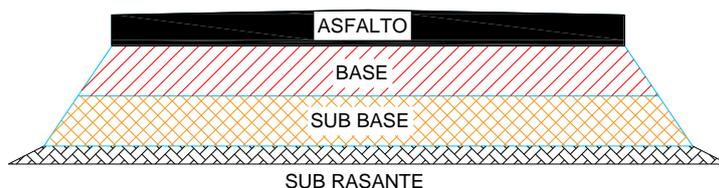


Ilustración 2. Sección de pavimento flexible
FUENTE: Elaboración propia

- **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 capacidades portantes del suelo.
- **Pavimentos Rígidos:** son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la subrasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

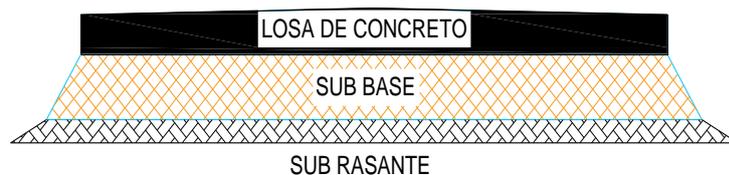


Ilustración 3. Sección de pavimento rígido

FUENTE: Elaboración propia

- **Pavimentos Articulados:** son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concretos 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 subrasante.

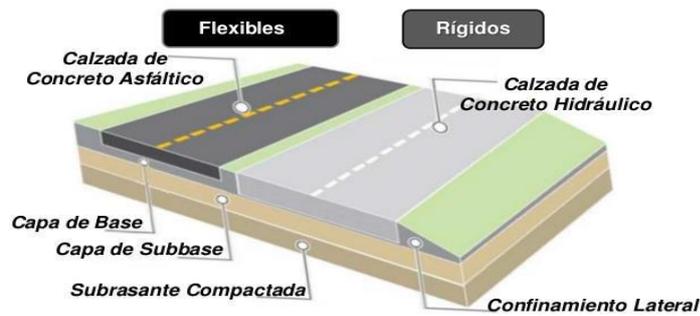


Ilustración 4. Esquema de los elementos que conforman un pavimento flexible y pavimento rígido

FUENTE: Recuperado de chirinos, EC. 2015, pág. 3

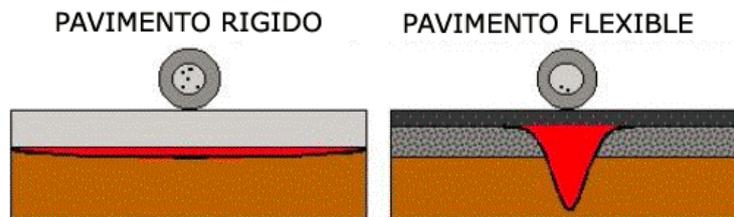


Ilustración 5. Esquema del comportamiento de pavimentos.

FUENTE: recuperado del capítulo I método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos, pág. 4

2.2.1.4. SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS.

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHTO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una

superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones.

En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHTO.

2.2.1.5. EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.

Factores que influyen en la performance de los pavimentos.

Tráfico

- Carga bruta y presión de llanta.
- Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento.
- Repetición de carga.
- Radio de influencia de carga.
- Velocidad.
- Eje y configuración de rueda.

Clima

- Precipitación pluvial (Aquaplaning).
- Expansión por congelamiento.
- Deshielo del inicio de primavera.
- Contracción y expansión.
- Congelamiento-deshielo y húmedo-seco.

Geometría del proyecto (Diseño Vial)

- Distribución del Tráfico en el Pavimento.
- Posición de la Estructura.
- Secciones de corte y relleno.
- Profundidad del Nivel Freático.
- Deslizamientos y problemas relacionados.

- Depósitos ligeramente profundos.
- Construcción y Mantenimiento.
- Deficiencia en la Compactación del Terreno de Fundación y/o Cimiento.
- Fallas: Instalación y Mantenimiento de Juntas.
- Inadecuada colocación de Guías en los niveles (Mandiles o Reglas Metálicas).
- Escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado.

2.2.1.6. TIPOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables están:¹

A. Vizir: Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación. Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC. El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales. (INVIAS 1997)

B. FHWA / OH99 / 004: Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy

¹ INVIAS 1997

abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas, pero no en áreas tropicales. (INVIAS 1997).

C. ASTM D 6433-99: También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos de hormigón hidráulico. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos. (INVIAS 1997).

2.2.1.7. EVALUACION DEL PAVIMENTO EXISTENTE.

Un requerimiento importante en el diseño de refuerzo es la condición del pavimento existente. La evaluación de éste consiste en tres elementos principales: evaluación de la serviciabilidad (condición funcional), evaluación de la capacidad estructural y por último la observación visual del pavimento existente. Cualquiera de las tres, o en combinación, contribuye a tomar una decisión acerca del tipo de refuerzo más indicado para el proyecto.

En general, la evaluación de un pavimento consiste en determinar los daños existentes en éste, así como las causas de origen. Asimismo, tiene por objeto establecer un diagnóstico que permita seleccionar y proyectar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos homogéneos en que puede dividirse la carretera o vía en estudio.²

² MORALES 2005

- **EVALUACIÓN FUNCIONAL**

Se entiende por evaluación funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento. Existen diferentes indicadores para establecer el estado superficial de un pavimento. Cada indicador generalmente es expresado a través de fórmulas, en las que se recoge una serie de parámetros del pavimento. Para cada indicador existen tablas en las cuales se dan valores que indican en que condición se encuentra el pavimento, generalmente cada país en su norma de pavimentos establece estos límites.

- **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL (MORALES 2005)**

La evaluación estructural se refiere a una apreciación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel en el cual el pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas; y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible. Por lo tanto, dichos tramos deben ser rehabilitados para que vuelvan a ser transitables. El principal objetivo de la evaluación estructural es determinar la capacidad estructural efectiva del pavimento existente, ya que de ella va a depender que el refuerzo sea correctamente diseñado. Hay tres maneras de determinar la capacidad estructural del pavimento existente:

- Capacidad estructural basada en la observación visual y ensayo de materiales.
- Capacidad estructural basada en ensayos no destructivos (NDT, por sus siglas en ingles).

- Capacidad estructural basada en la vida remanente.

- **EVALUACIÓN VISUAL (MORALES 2005)**

La evaluación visual de un pavimento puede ser definida como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. Para el caso en que se va a proyectar una sobre capa de refuerzo, tales datos son extremadamente importantes debido al impacto directo que tienen sobre el comportamiento del refuerzo, ya que, si estos deterioros no son reparados, pueden desencadenar fallas como por ejemplo reflexión de fisuras. Este tipo de evaluación es también importante porque permite determinar el tratamiento más adecuado que requiere la superficie del pavimento antes de colocar la sobre capa de refuerzo. Se debe analizar también el drenaje y correlacionar sus deficiencias con las fallas presentes. Asimismo, se recomienda el muestreo y ensayo de materiales. Esto permitirá conocer los espesores reales de cada capa y el estado de deterioro en que se encuentran. La metodología de la evaluación visual comprende los siguientes pasos:

- Identificar las fallas y las posibles causas de las mismas.
- Se ubican las fallas en una hoja de evaluación adoptada al efecto.
- Se determina el grado de severidad y la extensión de las fallas.
- Se cuantifica en gabinete la información recogida en el campo.
- Se emite un dictamen respecto del tramo evaluado.

2.2.1.8. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS.

2.2.1.8.1. 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 se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

2.2.1.8.2. 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 solicitaciones 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

2.2.2. MÉTODO DEL INDICÉ DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

2.2.2.1. NORMA

ASTMD5340-98 METODO PCI SEPTIEMBRE 2004

2.2.2.2. DEFINICIÓN

El pavimento se divide en componentes que a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra.

³ MONTEJO 2006

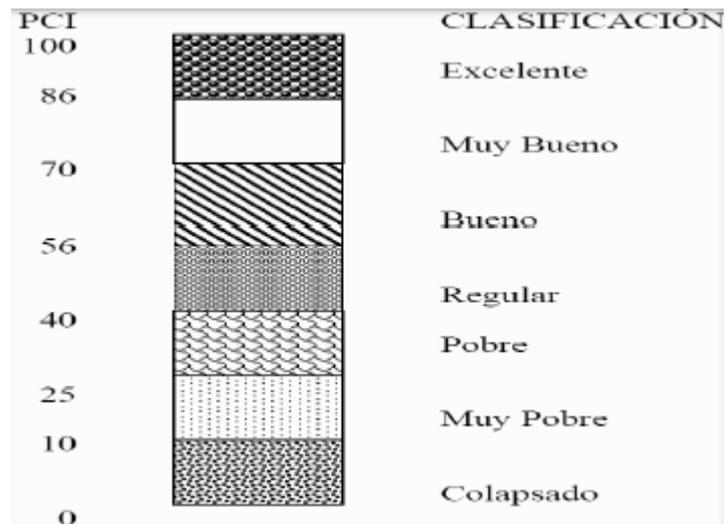


Ilustración 6. Escala de condición de pavimentos
FUENTE: Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI. Setiembre 2004

El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra. La cantidad de las fallas se mide según las tablas de muestreo tomadas en campo.

SIGNIFICADO Y USO

El PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad).

El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general.

Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. Un

monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores.

El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

2.2.2.3. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

Según el manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento portland.⁴

La información sobre las fallas es utilizada para calcular el PCI de cada unidad de muestra. El PCI de la sección de pavimento se determina en base a los valores del PCI determinados para cada una de las unidades de muestra.

BLOWUP-BUCKLING (SHAHIN, M. Y. 2005)

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

⁴ Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005, Pag. 405 – 440.

- **Niveles de Severidad**

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

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

- **Opciones de Reparación**

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

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Ilustración 7. Blowup / Buckling de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

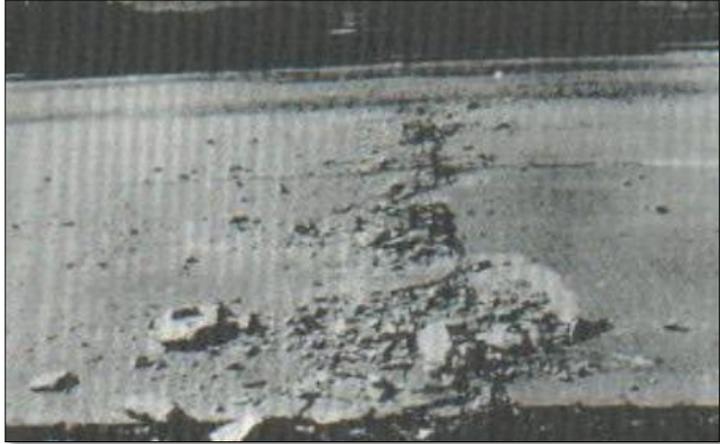


Ilustración 8. Blowup / Buckling de media severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 9. Blowup / Buckling de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

GRIETA DE ESQUINA. (SHAHIN, M.Y. 2005)

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina.

Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina.

Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo.

Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

- **Niveles de Severidad**

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

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

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

- **Medida**

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

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

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

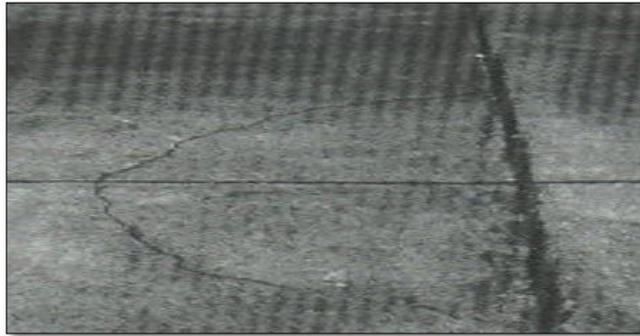


Ilustración 10. Grieta de esquina de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

- **Opciones de reparación**

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

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.



Ilustración 11. Grieta de esquina de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 12. Grieta de esquina de alta severidad
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

LOSA DIVIDIDA. (SHAHIN, M.Y. 2005)

Descripción: La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

- **Niveles de severidad**

En el Cuadro se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

SEVERIDAD DE LA MAYORIA DE LAS GRIETAS	NUMEROS DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	4 A 5	6 A 8	8 A MAS
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Tabla 1. Niveles de Severidad para Losa Dividida
Fuente: deperu.com/red-vial/pasco.php

- **Medida**

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

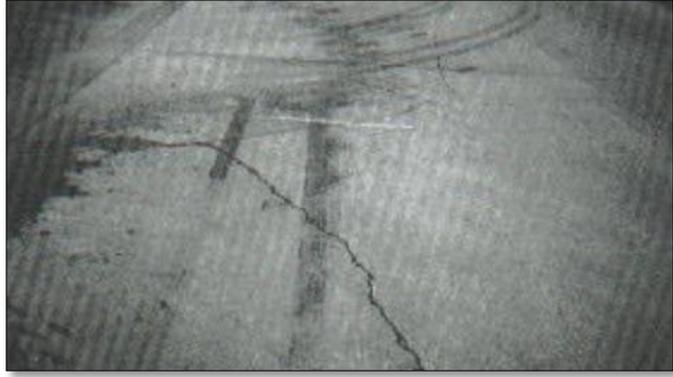


Ilustración 13. Losa dividida de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.



Ilustración 14. Losa dividida de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 15. Losa dividida de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

GRIETA DE DURABILIDAD "D". (SHAHIN, M.Y. 2005)

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

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

• **Niveles de severidad**

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
- Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

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

- **Medida**

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



Ilustración 16. Grieta de durabilidad de baja severidad
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 17. Grieta de durabilidad de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.



Ilustración 18. Losa dividida de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

ESCALA (SHAHIN, M.Y. 2005)

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

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

- **Niveles de Severidad**

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro.

NIVEL DE SEVERIDAD	DIFERENCIA EN ELEVACIÓN
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Tabla 2. Niveles de Severidad para Escala

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

- **Medida**

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.

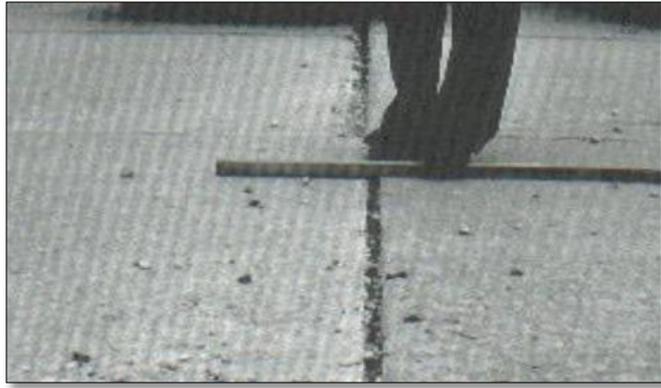


Ilustración 19. Escala de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 20. Escala de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

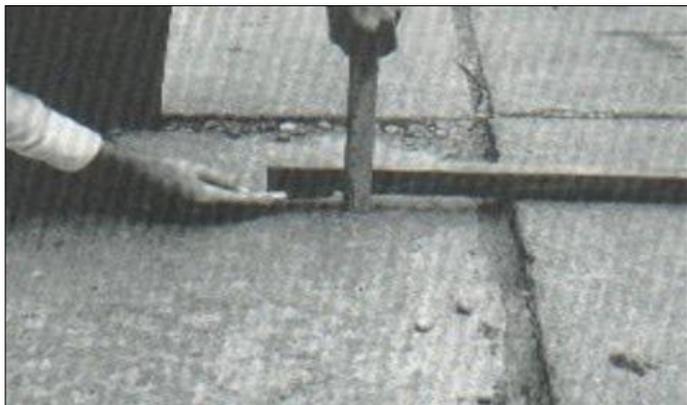


Ilustración 21. Escala de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA. (SHAHIN, M. Y. 2005)

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

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

• **Niveles de Severidad**

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

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

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

• **Medida**

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

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.

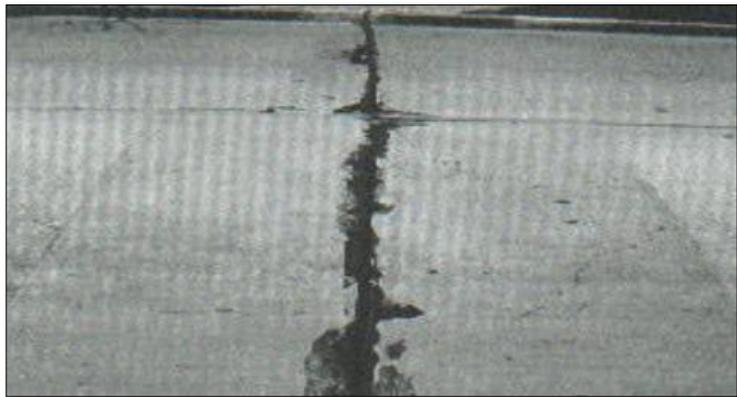


Ilustración 22. Daño del sello de junta de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 23. Daño del sello de junta de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 24. Daño del sello de junta de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

DESNIVEL CARRIL / BERMA. (SHAHIN, M.Y. 2005)

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

- **Nivel de severidad**

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

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

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

- **Medida**

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.



Ilustración 25. Desnivel carril / berma de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 26. Desnivel carril / berma de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

- **Opciones de reparación**

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

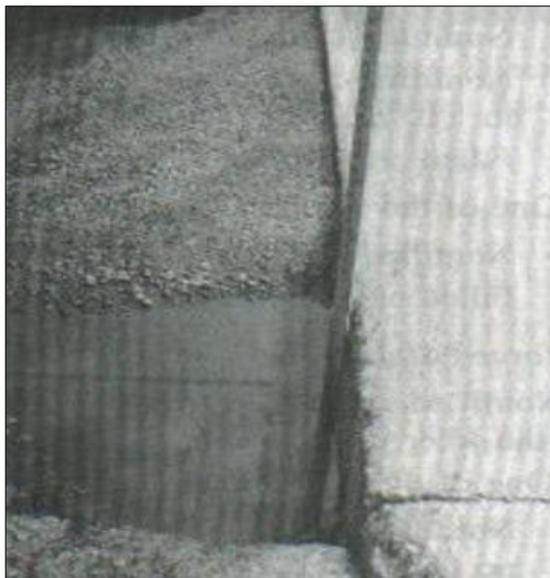


Ilustración 27. Desnivel carril / berma de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

GRIETAS LINEALES (GRIETAS LONGITUDINALES, TRANSVERSALES Y DIAGONALES)

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas.

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

- **Niveles de severidad**

Losas sin refuerzo

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

Losas con refuerzo

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

• **Medida**

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en "losas" de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.



Ilustración 28. Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple.

Fuente: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

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

- **Opciones de reparación**

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

M: Sellado de grietas.

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



Ilustración 29. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado

Fuente: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

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



Ilustración 30. Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.

Fuente: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

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

PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 M²) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utilitycut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

- **Niveles de severidad**

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

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

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

- **Medida**

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

- **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche. H: Reemplazo del parche.

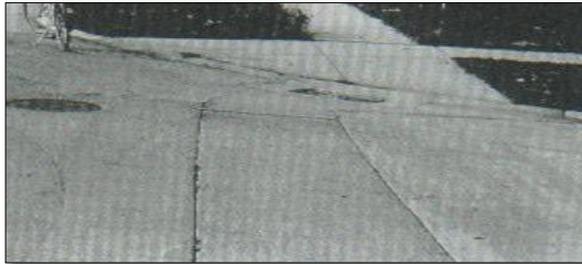


Ilustración 31. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.

Fuente: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

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

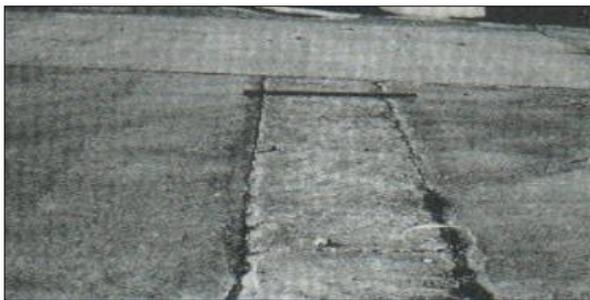


Ilustración 32. Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media.

Fuente: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

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



Ilustración 33. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta

Fuente: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

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

PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M2)

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

- **Niveles de Severidad**

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

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

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



Ilustración 34. Parche pequeño de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

- **Medida**

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

- **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.



Ilustración 35. Parche pequeño de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 36. Parche pequeño de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

PULIMENTO DE AGREGADOS

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

Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

- **Niveles de Severidad**

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

- **Medida**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

- **Opciones de reparación**

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.



Ilustración 37. Pulimento de agregados.

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

POPOUTS (SHAHIN, M.Y. 2005)

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

- **Niveles de severidad**

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

- **Medida**

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

- **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Ilustración 38. Popouts.

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

BOMBEO (SHAHIN, M.Y. 2005)

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

El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

- **Niveles de Severidad**

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

- **Medida**

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

- **Opciones de reparación**

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



Ilustración 39. Bombeo.

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

PUNZONAMIENTO (SHAHIN, M.Y. 2005)

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

- **Niveles de Severidad**

SEVERIDAD DE LA MAYORIA DE LAS GRIETAS	NUMEROS DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	2 A 3	4 A 5	MAS DE 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Tabla 3. Niveles de Severidad para Punzonamiento.

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

- **Medida**

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



Ilustración 40. Punzonamiento de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.



Ilustración 41. Punzonamiento de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 42. Punzonamiento de alta severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

CRUCE DE VÍA FÉRREA (SHAHIN, M.Y. 2005)

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

- **Niveles de severidad**

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

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

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

- **Medida**

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

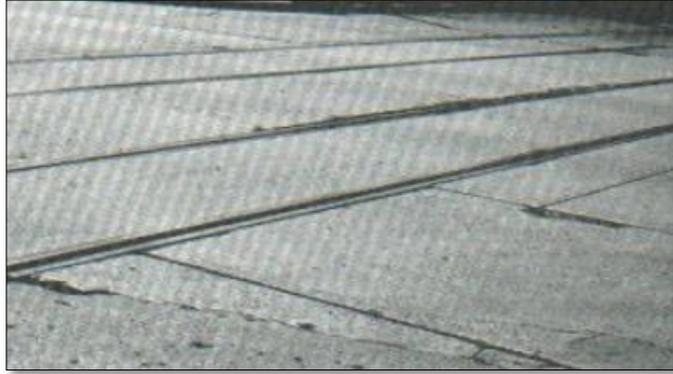


Ilustración 43. Cruce de vía férrea de baja severidad.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

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

H: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Ilustración 44. Cruce de vía férrea de severidad media.
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 45. Cruce de vía férrea de alta severidad
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.

DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS,

CRAQUELADO

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

- **Niveles de Severidad**

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

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

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

- **Medida**

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



Ilustración 46. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad.

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

- **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

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

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa.



Ilustración 47. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de severidad media.

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



Ilustración 48. Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad

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

GRIETAS DE RETRACCIÓN (SHAHIN, M.Y. 2005)

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

- **Niveles de Severidad**

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

- **Medida**

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

- **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Ilustración 49. Grietas de contracción.

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

DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA (SHAHIN, M.Y.

2005)

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm

medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

- **Niveles de severidad**

En el Cuadro, se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

PROF. DEL DESCASCARAMIENTO	DIMENSIONES DE LOS LADOS DEL DESCARAMIENTO	
	127 x 127 MMA 305 x 305 MM	MAYOR QUE 305 x 305 MM
MENOR DE 25.0 MM	L	L
> 25.0 MMA 51.0	L	M
MAYOR DE 51.0 MM	M	H

Tabla 4. Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina

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

- **Medida**

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

- **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.



Ilustración 50. Descascaramiento de esquina de baja severidad.

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

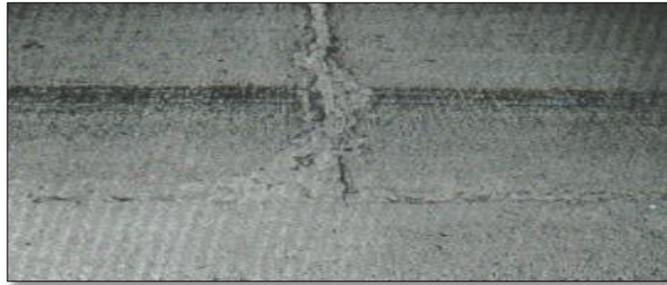


Ilustración 51. Descascaramiento de esquina de severidad media.

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



Ilustración 52. Descascaramiento de esquina de alta severidad

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

DESCASCARAMIENTO DE JUNTA (SHAHIN, M.Y. 2005)

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

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
 - Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.
- **Niveles de Severidad**

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

FRAGMENTOS DEL DESCASCARAMIENTO	ANCHO DEL DESCASCARAMIENTO	LONGITUD DEL DESCASCARAMIENTO	
		< 0.6 M	> 0.6 M
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Tabla 5. Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots". Segunda edición. 2005.

- **Medida**

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

- **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



Ilustración 53. Descascaramiento de junta de baja severidad
Fuente: Traducción del libro de Shahin, M. Y. "Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005.



Ilustración 54. Descascaramiento de junta de severidad media.

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



Ilustración 55. Descascaramiento de junta de alta severidad

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

2.2.3. PATOLOGÍA.

2.2.3.1. PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS Y PROCESOS PATOLÓGICOS.

La palabra patología, etimológicamente hablando, procede de las raíces griegas *pathos* y *logos*, y se podría definir, en términos generales, como el estudio de las enfermedades.

Por extensión la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución.

Usaremos la palabra “patología” para designar la ciencia que estudia los problemas constructivos, su proceso y sus soluciones, ya que en realidad son estos el objeto de estudio de la patología de la construcción.

Para afrontar un problema constructivo ante todo debemos conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución sus síntomas y su estado. Este conjunto de aspectos es el que conforma el proceso patológico en cuestión y se agrupa de un modo secuencial.

En esta secuencia temporal del proceso patológico podemos distinguir tres partes diferenciadas: el origen, la evolución y el resultado final. Para el estudio del proceso patológico conviene recorrer esta secuencia de modo inverso, es decir, empezar por ver el resultado de la lesión, luego el síntoma, para, siguiendo la evolución de la misma, llegar a su origen: la causa.

2.2.3.2. LESIONES.

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final de un proceso patológico.

Es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones porque es el punto de partida de todo estudio

patológico, y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento.

El conjunto de lesiones que puede aparecer en un edificio es muy extenso debido a la diversidad de materiales y unidades constructivas que se suelen utilizar.

Pero, en líneas generales se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas.

- **Lesiones Físicas**

Son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. Y normalmente su evolución también dependerá de estos procesos físicos. Las causas físicas más comunes son:

- Humedad.
- Erosión.
- Suciedad.

- **Lesiones Mecánicas**

Aunque las lesiones mecánicas se podrían englobar entre las lesiones físicas puesto que son consecuencia de acciones físicas, suelen considerarse un grupo aparte debido a su importancia. Definimos como lesión mecánica aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. Podemos dividir este tipo de lesiones en cinco apartados diferenciados:

- Deformaciones.
- Grietas.

- Fisuras.
- Desprendimiento.
- Erosiones Mecánicas.

- **Lesiones Químicas**

Son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque éste no tiene relación alguna con los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde. El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos y álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad. Este tipo de lesiones se subdividen en cuatro grupos diferenciados:

- Eflorescencias.
- Oxidaciones y Corrosiones.
- Organismos.
- Erosiones.

- **Causa de la Lesión**

Si la lesión es a que origina el proceso patológico, la causa es el primer objeto de estudio porque es el verdadero ORIGEN de las lesiones. Un proceso patológico no se resolverá hasta que no sea anulada la causa.

Cuando únicamente nos limitamos a resolver la lesión, descartando la causa, la lesión acabará apareciendo de nuevo.

Una lesión puede tener una o varias causas por lo que es imprescindible su identificación y un estudio tipológico de las mismas. Las causas se dividen en dos grandes grupos:

- Directas, cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.
- Indirectas, cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

- **Intervenciones sobre las Lesiones**

Reparación, la reparación es un conjunto de actuaciones, como demoliciones, saneamientos y aplicación de nuevos materiales, destinado a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad arquitectónica original.

Si el proceso patológico se ha descubierto a tiempo, bastará la simple aplicación de productos con una misión protectora, pero en algunas ocasiones la reparación implicará la demolición o sustitución de total o parcial de la unidad constructiva en la que se encuentra el foco de la lesión.

En cualquier caso, la reparación se compone siempre de dos fases claramente diferenciadas: primero se debe actuar sobre la causa o causas origen del proceso, y una vez detectadas y solucionadas éstas, se actuará sobre las lesiones.

Restauración, cuando la reparación se centra en un elemento concreto o un objeto de decoración hablamos de restauración. La restauración entraña una gran dificultad para resultar coherente con el valor del edificio entendido como una entidad individual, tanto desde el aspecto arquitectónico, histórico y artístico, que permite la transmisión de sus valores a la posteridad.

Rehabilitación, la rehabilitación comprende una serie de posibles fases: un proyecto arquitectónico para nuevos usos; un estudio patológico con diagnósticos parciales; reparación de diferentes unidades constructivas dañadas, y una restauración de los distintos elementos y objetos individuales.

Tanto en la reparación como en la restauración y rehabilitación se trabajará siempre con un anteproyecto de actuación que debe ser profundo y minucioso en el cual debe realizarse un estudio de cada uno de los elementos objeto de la intervención. Es indispensable incluir una investigación histórica y técnica, una diagnosis de daños y sus causas, y un proyecto de intervención general.

Prevención, el estudio de los procesos patológicos y, sobre todo sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos. En la prevención habrá que considerar, sobre todo, la eliminación de las causas indirectas, que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como al mantenimiento.

Estudio Patológico, La detección de un **PROCESO PATOLOGICO** en el mundo profesional suele tener como objetivo su solución, que implica la reparación de la unidad constructiva dañada para devolverle su función constructivo-arquitectónico inicial. De ahí la necesidad del ESTUDIO PATOLOGICO previo a cualquier actuación, estudio que podríamos definir como el análisis exhaustivo del proceso patológico con el objeto de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la consiguiente reparación.

Este análisis tiene que seguir la línea inversa al proceso, yendo del efecto a la causa, pasando por tres estadios necesarios de síntoma o efecto, evolución y origen o causa.

- **Observación.** Para realizar los extremos adecuados en el planeamiento analizado se hará preciso recurrir a una serie de observaciones permanentes o periódicas, unas simplemente para confirmar su aspecto (organolépticas), pero otras con toma de datos técnicos que exigen cierta instrumentación más o menos compleja. Se trata de la primera fase del proceso de estudio patológico, mediante una simple observación visual in situ, se puede obtener bastantes datos, los cuales se complementarán u ampliarán con posteriores análisis. Mediante la observación detectaremos el efecto o daño producido en el edificio. De la lesión, o lesiones, que se manifiesten

como síntoma de un proceso patológico y a partir de las cuales podemos conocerlo. Se trata pues de:

- Detectar la lesión.
 - Identificar la lesión.
 - Aislar las lesiones
- **Toma de Datos,** Una vez identificada y aislada la lesión, se inicia el proceso de la **TOMA DE DATOS**, en el que tenemos que aplicar al máximo la metodología. Ello implicará, en ocasiones, un mínimo repetido de visitas; en otros casos la aplicación y seguimiento de una serie de instrumentos de análisis y evolución de la lesión; en ocasiones el uso de aparatos diversos de medidas, y siempre, la utilización de fotografías que nos permitan plasmar gráficamente la lesión (síntoma) en un momento determinado, tanto para poder seguir su evolución, como para poder continuar su análisis.

De este modo podemos obtener una serie de datos físicos, e incluso muestras de materiales, que serán elementales para proceder el análisis posterior.

Para recabar la información necesaria se procederá de la siguiente manera:

- · Toma de muestras.
- · Preparación de un programa de muestreo.
- · Extracción de muestras.
- · Ubicación o posición de la muestra.
- · Etiquetado.
- · Preparación de probetas.

- **Identificación de la lesión,** Dentro de la fase de observación se encuentra el momento de diagnóstico identificación de la lesión, en el que el fin fundamental es la recogida de datos sobre las lesiones producidas. En un primer momento, y como base del Estudio Técnico-Económico del Programa inicial, es preciso obtener el máximo posible de los datos estadísticos. Una vez terminada la toma de datos directa, y estando en posesión de los resultados de posibles ensayos de laboratorio, podemos iniciar la reconstrucción de los hechos, es decir, tratar de conocer cómo se ha desarrollado el proceso patológico, cuál ha sido su origen y sus causas, cuál es su evolución y cuál es su estado actual.

La observación puede orientarnos sobre el grado y nivel de deterioro, y partir de los problemas detectados podemos clasificar los siguientes defectos constructivos:

- **Ensayos sobre Elementos Constructivos**
(Localización de la lesión en el edificio, Material o materiales afectados, Elemento constructivo dañado, Sistema y detalles constructivos, Toma de muestras, Fisuras y grietas, Distorsión e inclinación, Pérdida de materiales, Deterioro diferencial, Desplacado, expoliación y descamación, Alteración cromática, Pátinas de suciedad, Película y moteado, Arenización y disgregación granular, Pulverización, Depósito superficial, Eflorescencias, Alveolización)

- **Ensayos Físicos:** (Densidad aparente y real, Porosidad, Color, Dilatación térmica, Conductividad eléctrica, Absorción de agua, Succión y/o capilaridad, Expansión por humedad, Eflorescencias, Permeabilidad al agua, Distribución del contenido de agua en el muro).
- **Ensayos Mecánicos:** (Ensayo de resistencia a compresión, Ensayo de resistencia a flexión, Ensayo de resistencia a tracción, Ensayo de resistencia a cohesión, Ensayo de adherencia).
- **Ensayos Químicos:** (Método general, Método ASTM, Método Jedrzejewska, Método de Cliver, Método de Dupas).
- **Ensayos Medioambientales** (Ensayos de envejecimiento artificial acelerado, Ensayo termo hídrico de los ciclos de humedad-sequedad, Ensayo de heladicidad, Ciclo de cristalización de sales, Ensayo de ciclos de exposición a radiación ultravioleta, Ensayo de niebla salina)
- **Ensayos Biológicos:** (Ensayos morfológicos y estructurales, Ensayos microbiológicos, Ensayos bioquímicos, Ensayos histoquímicos, Ensayos químicos y fisicoquímicos)
- **Ensayos de Evaluación y Control de los Tratamientos de Conservación:** (Ensayo para evaluar el cambio de color, La conductividad del vapor de agua, La velocidad de evaporación, Comportamiento frente al desarrollo de

microorganismos, Comportamiento frente a dilataciones térmicas)

- **Ensayos Ambientales:** (Identificar y localizar la lesión, Situar la orientación de la fachada, Determinar el nivel de exposición, Determinar el nivel de contaminación del entorno).

- **Análisis del Proceso:** Una vez finalizada la toma de datos directa, y contando ya con los resultados de los eventuales ensayos insitu y de laboratorio, se puede iniciar la “reconstrucción de los hechos”, es decir, tratar de determinar cómo se ha desarrollado el proceso patológico, cual ha sido su origen y sus causas, cuál será su evolución y cuál es su estado actual. En definitiva, estamos ya en condiciones de iniciar lo que podemos llamar el **ANALISIS DEL PROCESO PATOLOGICO**, con el objeto de alcanzar un diagnóstico definitivo, y por tanto, llegar a unas conclusiones imprescindibles para la posterior actuación profesional que implique la reparación de las unidades afectadas.

- **Causas:** Hay que tener en cuenta que las causas posibles son muy variadas dentro de cada proceso patológico y que, por lo tanto, será una clasificación tipológica general para comprender las características distintivas de cada una de ellas. Es importante recordar también, que las causas no son únicas en cada proceso patológico y que siempre encontraremos actuando conjuntamente unas

directas (mecánicas, físicas y químicas) y otras indirectas (de proyecto, de ejecución, de material y de mantenimiento).

- **Técnicas de Diagnósis:** Los métodos de diagnóstico pueden ser concretados en dos grandes grupos: magnetómetros o pasivos, cuando los métodos empleados nos revelan fenómenos físicos en el interior del material estudiado, y termográficos o activos, en los que el método pone de manifiesto una respuesta a un estímulo físico realizado desde el exterior.

No existe un orden prelativo entre los diferentes métodos destinados a establecer las características físicas, químicas y mecánicas de una superficie deteriorada. La elección y el orden de la metodología siempre deben estar en función de cada caso concreto y de la problemática y requerimientos de la propia degradación. La aplicación de la praxis restauradora, y por lo tanto sus diagnósis previas, queda constreñida a seis grandes grupos de características bien definidas: limpieza restauradora; consolidaciones; protecciones; uniones; juntas y sustituciones. En un primer momento las observaciones y medidas pueden ser convencionales. Se pueden emplear elementos como cintas métricas, un martillo y una sonda y aparatos topográficos convencionales. Sin embargo, estos procedimientos no son suficientes en muchos casos y

precisaremos a recurrir a métodos más sofisticados para obtener más información. Se trata de estudiar las técnicas aplicables que han derivado y evolucionado para poder extrapolar su uso a circunstancias especiales. Los métodos instrumentales de investigación se clasifican en:

- Tipología constructiva (Ensayos no destructivos y Ensayos de medición visual directa).
- Deformaciones, tensiones y desplazamientos (Medidas de deformación, Medidas de tensión, Medidas de desplazamiento y Medida de aceleración).
- Medio Ambiente.

- **Evolución y Seguimiento:** Una vez que contamos con los datos para concluir con un diagnóstico definitivo y podemos reconstruir el desarrollo del proceso patológico definiendo su origen y causas, su evolución y estado actual, atenderemos a la evolución de dichos trastornos mediante un seguimiento adecuado.

Sobre todo, habrá que atender a los tiempos, su posición periodicidad, la transformación o ramificación en nuevos procesos patológicos, etc. Para ello, serán de gran utilidad las fichas de registro realizadas después de cada toma de material. En ellas se hará constar el tipo y cantidad de muestra

analizada, su localización exacta en el monumento, fecha de análisis, así como el propósito del mismo.

- **Actuación:** Una vez que hemos pasado por todas las fases del proceso patológico, hemos observado, tomado los datos necesarios, los hayamos analizado y estudiado su evolución, llegamos al punto que nos toca actuar.

Se trata, puesto que ya conocemos el diagnóstico, de comenzar un tratamiento de recuperación de esos materiales que sufren el deterioro. Para ello existen una serie de propuestas de reparación, en el caso de que el objetivo sea reparar el edificio de algún daño causado, o propuestas de mantenimiento, en el caso de que el objetivo sea prevenir exactamente que se produzca el daño por estudios previos que se hayan realizado.

Así, como el objetivo final, el diagnóstico del punto anterior nos permite llegar a propuestas de actuación que tendrán como misión devolver a la unidad su función constructiva. Dichas propuestas habrá de contemplarlas en dos frentes: reparación y mantenimiento.

2.2.4. MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PCI

El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978. El objetivo de este estudio fue desarrollar un índice de condición de pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la

condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.⁵

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como: el departamento de defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación.⁶

El PCI, es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento, flexible o rígido, y proporciona una medida de la condición presente del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie. El PCI también indica la integridad funcional y estructural de la superficie como rugosidad localizada y seguridad, pero no puede medir la capacidad estructural ni la medida directa de la resistencia al deslizamiento o rugosidad. Proporciona una base objetiva y racional para determinar la necesidad de conservación y reparación y sus prioridades. El monitoreo continuo del PCI es usado para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite una identificación prematura sobre la necesidad de una rehabilitación mayor.⁷

Los rangos de calificación del PCI varían desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

⁵ Llosa Grau, J. 2006.

⁶ Rodríguez, EV 2009.

⁷ Apolinario, EM. 2012, pág. 18.

En la **Tabla 6** se presenta los rangos de PCI con su clasificación cualitativa de la condición del pavimento.

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 71	Muy Bueno
70 – 56	Bueno
55 – 41	Regular
40 – 26	Malo
25 – 11	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Tabla 6. Rangos de calificación del PCI.
Fuente: *ASTM D6433-07, 2007*

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen en función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo.

La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.⁸

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la **Tabla 7**.

⁸ Apolinario, EM. 2012, pág. 18

Rango	Clasificación	Intervención
100 – 71	Muy Bueno a Excelente	Mantenimiento
31 – 70	Regular a Bueno	Rehabilitación
0 – 30	Fallado a Malo	Construcción

Tabla 7. Intervención en base al rango PCI.

Fuente: ASTM D6433-07, 2007

2.2.4.1. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

De acuerdo con la norma ASTM D6433-07, la primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. En el **Anexo**. Se ilustra el formato para la inspección de pavimentos de concreto. A continuación, se resume la metodología usada en esta investigación.

A. Determinación de las unidades de muestreo.

Para carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **20 ± 8 losas**.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos.

B. Determinación del número mínimo de unidades de muestreo.

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

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

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

Donde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección (e=5%).
- σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades (15, para pavimento rígido).

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

C. Selección de las unidades de muestreo para inspección.

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

1. El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la

Ecuación 2.

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \dots (\text{Ecuacion 2}).$$

Donde:

N : Número total de unidades de muestreo disponible.

n : Número mínimo de unidades a evaluar.

i : intervalo de muestreo, se redondea al número entero.

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

Así, si $i = 3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S+1), (S+2), etc. Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serian 5,8, 11,14, etc

D. Evaluación de la condición del pavimento.

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños especificados en la norma ASTM D6433–07, para obtener un valor de PCI confiable.

E. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “*valores deducidos*” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

E.1. Cálculo de los valores deducidos.

- Totalizar las cantidades de daños en las cuales se presenta el tipo de falla y nivel de severidad.
- Dividida la cantidad total entre el número de losas de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje (%). Esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad de muestreo.
- Determine el valor deducido para cada tipo de daño y nivel de severidad empleando las gráficas de valores deducidos para daños (VD)”.

E.2. Cálculo del número admisible máximo deducidos (mi).

- Si ningún o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido en la etapa (D.3) de lo contrario, deben seguirse los dos pasos siguientes.

- Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- Determine el “número máximo admisible de los valores deducidos” (m_i), utilizando la **ecuación 3**.

$$m_i = \frac{9}{98} (100 - HDVi) \dots \dots \dots (Ecuacion 3).$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos,

incluyendo fracción para la unidad de muestreo i .

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

- El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que tenga.

E.3. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determine el número de valores deducidos “ q ”, mayores que 2.

- Determine el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales.
- Determine el CVD con “**q**” y el valor deducido total en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- Reduzca a 2.0 el menor de los “valor deducido” que sea mayor que 2.0 y repita las etapas hasta que **q** sea igual a 1.
- El máximo CVD es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

E.4. Cálculo del PCI de una unidad de muestra.

Para el cálculo del PCI de la unidad de muestreo, se resta de 100 el máximo CDV obtenido en la etapa D.3.

$$PCI_i = 100 - Max.CDV \dots \dots \dots Ecuacion 4.$$

Donde:

PCI_i : PCI de la sección de la muestra i.

Max.CDV : Máximo valor deducido corregido.

F. Cálculo del PCI de la sección del pavimento.

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

Ecuación 5.

$$PCI_S = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_R * N_R)}{\sum_{i=1}^n N_R} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 5}$$

Donde:

PCI_S : PCI de la sección del Pavimento.

PCI_R : PCI de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

n: Número de unidades de muestreo inventariadas

N_R : Número de losas inventariadas por unidad de muestreo.

2.2.4.2. MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN

Según Jugo (2005), Los trabajos de mantenimiento son del tipo menor y mayor, la diferencia entre ellos es debida al alcance que tengan; además, ambos tipos de mantenimiento pueden subdividirse en las dos categorías definidas como preventivas y correctivas.

El mantenimiento menor incluye trabajos que se aplican en áreas específicas del pavimento para reparar fallas localizadas, con ello, se consigue mejorar la condición operacional del pavimento y controlar el progresivo deterioro.

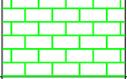
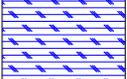
ZONA DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN	PCI		ESCALA
MENOR	100		EXCELENTE
	85		MUY BUENO
MENOR (RUTINARIO)	70		BUENO
	55		REGULAR
MAYOR (CORRECTIVO)	40		POBRE
MAYOR (CORRECTIVO) RECONSTRUCCIÓN	25		MUY POBRE
	10		MALO

Tabla 8. Zonas de mantenimiento según valor PCI.
Fuente: recuperado de Jugo, 2005.

El mantenimiento del tipo mayor considera actividades que se aplican a toda el área de un tramo, pudiendo tener que realizarse trabajos del tipo menor previamente.

En la **Tabla 8** se correlacionan los tipos de mantenimiento en función al valor cuantitativo y cualitativo que establece el método PCI.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Muestra adicional:** una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente a las seleccionadas aleatoriamente para incluir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento. Estas unidades presentan condiciones extremas, muy pobres o excelentes, que no son típicas de la sección, y fallas poco comunes, como los cortes en el pavimento para instalaciones.

- **Superficie de concreto asfáltico (AC):** mezcla de agregados con cemento asfáltico actuando como aglomerante. Para fines de este método, este término también se refiere a superficies construidas con asfaltos derivados del carbón y asfaltos naturales.
- **Índice de condición de pavimento (PCI):** es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor.
- **Clasificación de la condición del pavimento:** es una descripción verbal de la condición del pavimento en función al valor del PCI, varía de colapsado a excelente como se muestra en la **Tabla 7**.
- **Fallas del pavimento:** indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas, factores atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas. Fallas típicas son las fisuras, el ahuellamiento, y peladura superficial del pavimento. Los tipos de falla y sus niveles de severidad deben ser utilizados para lograr valores de PCI precisos.
- **Unidad de muestra del pavimento:** es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño. Para pavimentos de hormigón (PCC), se constituye de 20 losas continuas (+/- 8 si el total de losas de la sección no es divisible por 20, o para ajustar condiciones de campo específicas.
- **Sección de pavimento:** es un área dentro del pavimento que presenta una construcción uniforme y continua, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes. Una sección también debe tener el mismo volumen de tránsito e intensidad de carga.
- **Pavimento de hormigón de cemento portland:** se denomina así a la mezcla de agregados con cemento Portland usado como aglomerante e incluye a los pavimentos simples y reforzados con juntas.

- **Muestra aleatoria:** una unidad de muestra de la sección de pavimento seleccionada para la inspección utilizando técnicas aleatorias de muestreo como la tabla de número aleatorio o procedimiento sistemático aleatorio.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), es Regular, según el método PCI (Pavement Condition *Index*).

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Las fallas existentes de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. Tienen una evaluación de categoría Regular.

El índice de condición del pavimento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. Se clasifica como Regular.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Estado actual del pavimento rígido

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 9. Operatividad de las Variables

VARIABLE		DIMENSIONES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Independientes	Carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 A 84+380 KM	- KM. Inicial 83+020. - KM. Final 84+380 KM.	Levantamiento Topográfico
Dependientes	Estado actual del pavimento rígido	- Clase falla. - Nivel de Severidad.	Fichas de evaluación

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En general el estudio a realizarse es del tipo descriptivo, analítico, no experimental y de corte transversal.

- **DESCRIPTIVO** : El proyecto describe la realidad encontrada sin alterarla.
- **ANALÍTICO** : El proyecto estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.
- **NO EXPERIMENTAL** : Se estudia y analiza el problema sin recurrir a laboratorio.
- **CORTE TRANSVERSAL** : Se está analizando en un periodo definido del año 2019.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la tesis será de carácter descriptivo y referencial, para lo cual se investigará una amplia bibliografía existente relacionada al tema de la presente

investigación. Se realizará primero una revisión de conceptos generales de la patología del concreto; así como también sus características, causas de esta.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se efectuará siguiendo el método del muestreo, en la que se determina la calidad y condición de la patología en las estructuras de los pavimentos.

Para muestrear los pavimentos rígidos, se elegirán las plataformas de pavimentos rígidos empleando el método de muestreo estratificado formando estratos mayores, menores y el muestreo aleatorio, con lo cual el promedio de los resultados sean favorables.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:

M ----- O ----- A ----- E

M : Muestra.
O : Observación.
A : Análisis.
E : Evaluación.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Nuestro universo está conformado por todos los pavimentos Rígido de concreto existentes del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo).

3.4.2. MUESTRA

Teniendo en cuenta que el diseño del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), se evaluó como una sola sección. Al

realizar el conteo de losas en ambos sentidos, dio un total de 868 losas, lo que equivale a 40 unidades de muestreo con un área de 22 losas.

A continuación, se muestra el número mínimo de unidades de muestreo estudiadas, haciendo uso de la **ecuación**.

$$n = \frac{22 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (22 - 1) + 15^2} = 19.08 \cong 20$$

El número total de unidades evaluadas fue de 20, ya que se redondeó el resultado (19.08) al número entero superior, garantizando una confiabilidad del 95%.

A. Selección de las unidades de muestreo.

Para el cálculo del intervalo entre unidades de muestreo, se hace uso de la **Ecuación**.

$$i = \frac{40}{20} = 2.00.$$

La unidad de muestreo inicialmente estudiada que se seleccionó al azar fue la unidad #1, y el resto de las unidades inspeccionadas fueron espaciadas cada 2 intervalos.

B. Evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestreo.

Luego de haber realizado la compilación de información en campo, se procedió a calcular el índice de condición del pavimento para cada una de las unidades de muestreo.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizará la Evaluación Visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

Equipo :

- Distanciómetro, winchas para medir las longitudes y las áreas de los paños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Cámara fotográfica en la cual se evidenciará los daños y nivel de severidad que se halle en el pavimento.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

I. Identificación y selección de las unidades de muestreo para evaluación.

El procedimiento que escogí para lograr los objetivos es el siguiente:

- a) Determinación y ubicación del área de estudio (*Tabla 10*), para el cual se parte del plano catastral de la zona urbana.

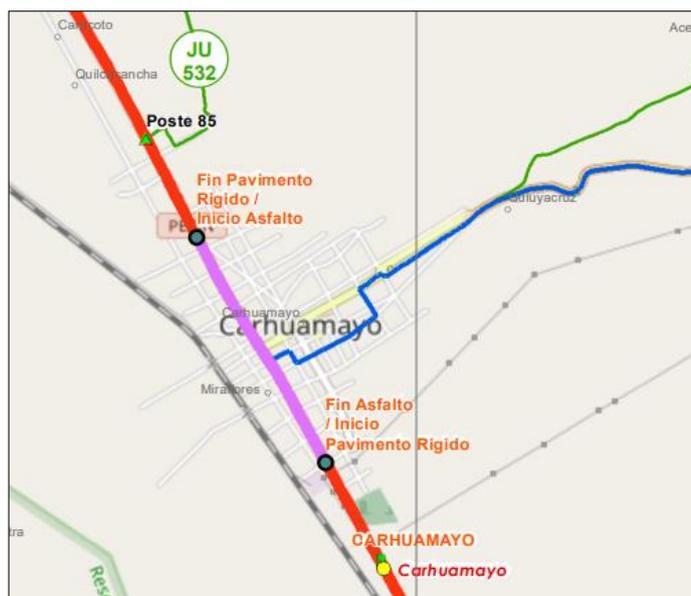


Ilustración 56. ubicación satelital del área de proyecto en estudio.

Fuente: Earth 2019

Tabla 10. Coordenadas de la vía

TRAMO	KM	Latitud	Longitud	Altura_GPS
INICIO	83+020	-	-	4120.540
FIN	84+380	-	-	4121.016

Fuente: Google Earth 2019

- b) Se efectúa el reconocimiento de la avenida que cuentan con pavimento rígido y se procede a cuantificar la cantidad de losas o paños existentes.
- c) Se verifica insitu el tipo de daño que existe en los paños de toda la vía, y se determina el nivel de severidad.
- d) Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios del diseño de pavimento, historia de construcción, tráfico y condición de este. Para hacer la división del tramo, se toma en cuenta el estado en que se encuentra el pavimento rígido, se hace un recorrido en todo el tramo, observando la condición de la vía e identificando cambios

del estado del pavimento. Así, se pudo constatar que se encuentran cambios en la vía, por eso se trabajó con dos tramos.

- e) Dividir los tramos establecidos del pavimento en unidades de muestra. Como el ancho de la vía en el tramo 01 y el tramo 02, en 6 metros, se definieron las dimensiones de unidades de muestra con la siguiente formula: $(225 \pm 90) / \text{ancho de via}$, para el tramo 1 la unidad de muestra será: 6 x 30 metros, abarcando un área de 180 m², dentro de los cuales se evaluarán por paños de pavimento. para el tramo 2 la unidad de muestra será: 6 x 30 metros, abarcando un área de 180 m², dentro de los cuales se evaluarán paños de pavimento, haciendo un total de 43 unidades a ser inspeccionadas.
- f) Determinación de los tipos de patologías existentes en las diferentes plataformas, respecto a la severidad mediante el método del PCI.

II. Evaluación de la condición de pavimento.

Esta etapa corresponde al trabajo de campo donde se inspecciona una a una las unidades de muestreo, identificando el tipo, cantidad y severidad de las fallas, asumiendo como guía el manual de daños para pavimentos rígidos, esta información registra en formatos adecuados para tal fin.

III. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.

La siguiente etapa corresponde al trabajo en gabinete que se ejecuta al completar la inspección de campo, la información sobre las fallas se utiliza para calcular el PCI.

c.1) Cálculo de los valores deducidos

- i. Totalizar las cantidades de daños en las cuales se presenta el tipo de falla y nivel de severidad.

ii. Divida la sumatoria de la cantidad total entre el área de la unidad de muestra, expresando el resultado como porcentaje (%). Esta es la densidad por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

iii. Determine los valores deducidos para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la tabla de valores deducidos para daños.

c.2) Cálculo del número admisible máximo de deducidos (m)

i. Si ninguno o tan sólo uno de los Valores Deducidos es mayor que 2, se usa el valor deducido total en lugar del mayor valor deducido corregido, obtenido en la etapa (C.3) de lo contrario, deben seguirse los pasos (ii) y (iii).

ii. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

iii. Determine el número máximo admisible de valores deducidos (m_i), utilizando la ecuación:

$$m_i = \frac{9}{98}(100 - HDVi)$$

Donde:

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

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

c.3) Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

i. Determine el número de valores deducidos q , mayores que 2.

ii. Determine el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Determine el CDV con qué y el valor deducido total en la curva de corrección.

iv. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

c.4) Cálculo del PCI de una unidad muestra

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la etapa (c.3).

$$PCI_i = 100 - Max. CDV$$

Donde:

PCI_i: Índice de condición de pavimento de la muestra i.

Máx. CDV: Máximo valor deducido corregido.

IV. Cálculo del PCI de la sección de pavimento

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

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

El procedimiento a seguir para lograr los objetivos es el siguiente:

- a) Elaboración del cuadro de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo).
- b) Presentación de resultados a través de Cuadros Estadísticos.
- c) Cuadros Estadísticos de las Patologías existentes.
- d) Cuadros del estado en que se encuentran los pavimentos de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), en relación a la vulnerabilidad según la metodología del PCI.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.8.1. SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La realización de la presente investigación de tesis, es efectuada basada al lineamiento establecidas por la Norma del Ministerio de Pavement Condition *Index*.

3.8.2. CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La confiabilidad de los instrumentos de investigación, basada en el principio normativo Pavement Condition *Index*, el cual constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se realizó en los pavimentos de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), cuyo resultado es basado en el control La confiabilidad de los instrumentos de investigación, basada en el principio normativo Pavement Condition *Index*, el cual constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en los pavimentos de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) – Distrito de Carhuamayo, Provincia y Región de Junín, tomando como punto inicial y como punto final.

Tabla 11. Punto Inicial y Punto Final

TRAMO	KM	Latitud	Longitud	Altura_GPS
INICIO	83+020	- 10.929005732	- 76.056646286	4120.540
FIN	84+380	- 10.918364351	- 76.062698888	4121.016

Fuente: Google Earth 2019



Ilustración 57. Punto inicial y final del tramo en estudio.
Fuente: Earth 2019

4.1.2. DATOS DE LA VÍA ANALIZAR.

En la presente investigación se tomó un segmento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) – Distrito de Carhuamayo, Provincia y Región de Junín. Este segmento de vía está constituido por una calzada con dos carriles.

Descripción del tramo.

Tabla 12. Características del tramo

Características del tramo	
Número de carriles.	2
Ancho de carril promedio (m)	3.75
Largo losa promedio (m)	4.04
Longitud del tramo (m).	1360

Fuente: elaboración propia, 2019.

4.1.3. CALCULO DE UNIDADES DE MUESTREO.

Teniendo en cuenta que el diseño del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), se evaluó como una sola sección. Al

realizar el conteo de losas en ambos sentidos, dio un total de 868 losas, lo que equivale a 40 unidades de muestreo con un área de 22 losas.

A continuación, se muestra el número mínimo de unidades de muestreo estudiadas, haciendo uso de la **ecuación**.

$$n = \frac{22 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (22 - 1) + 15^2} = 19.08 \cong 20$$

El número total de unidades evaluadas fue de 20, ya que se redondeó el resultado (19.08) al número entero superior, garantizando una confiabilidad del 95%.

A. Selección de las unidades de muestreo.

Para el cálculo del intervalo entre unidades de muestreo, se hace uso de la **Ecuación**.

$$i = \frac{40}{20} = 2.00.$$

La unidad de muestreo inicialmente estudiada que se seleccionó al azar fue la unidad #1, y el resto de las unidades inspeccionadas fueron espaciadas cada 2 intervalos.

B. Evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestreo.

Luego de haber realizado la compilación de información en campo, se procedió a calcular el índice de condición del pavimento para cada una de las unidades de muestreo.

Las unidades de muestreo seleccionadas fueron las siguientes.

Tabla 13. Unidades de muestra a evaluar.

N°	Unidad de muestreo
1	M-01
2	M-03
3	M-05
4	M-07
5	M-09
6	M-11
7	M-13
8	M-15
9	M-17
10	M-19
11	M-21
12	M-23
13	M-25
14	M-27
15	M-29
16	M-31
17	M-33
18	M-35
19	M-37
20	M-39

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Evaluación de la unidad de muestreo M-1.

Etapa 1. Cálculo de los valores deducidos (VD)

a. Registro de las combinaciones de fallas en la unidad de muestreo.

Tabla 14. Registro de fallas en la M-1

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M1	GRIETA DE ESQUINA 22	Parche deteriorado	M
	GRIETA DE ESQUINA 22	Parche deteriorado	M
	GRIETA DE ESQUINA 22	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche funciona bien	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L

Fuente: Elaboración propia, 2019.

b. Conteo de cada falla registrada en la unidad de muestreo.

Tabla 15. Conteo de cada falla en la M-1

Falla	N° Losas
22M	2
22L	1
36L	9
29M	2
29L	1

Fuente: Elaboración propia, 2019.

c. Densidad de cada clase de falla.

Dividir el número la cantidad de cada clase de daño en cada nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestreo.

$$Densidad = \frac{2}{22} * 100 = 09.09\%$$

Tabla 16. Densidad de cada clase de falla de la M-1

Falla	N° Losas	Densidad (%)
22M	2	9.09
22L	1	4.55
36L	9	25.00
29M	2	6.90
29L	1	3.45

Fuente: Elaboración propia, 2019.

d. Valor deducido de cada clase de falla.

Ejemplo:

Grieta de Esquina, severidad Mediana.

Se ingresa con la densidad calculada en **c**, al grafico de cada clase de falla.

- Densidad = 9.09%
- Nivel de severidad = Media (M)

GRIETAS DE ESQUINA

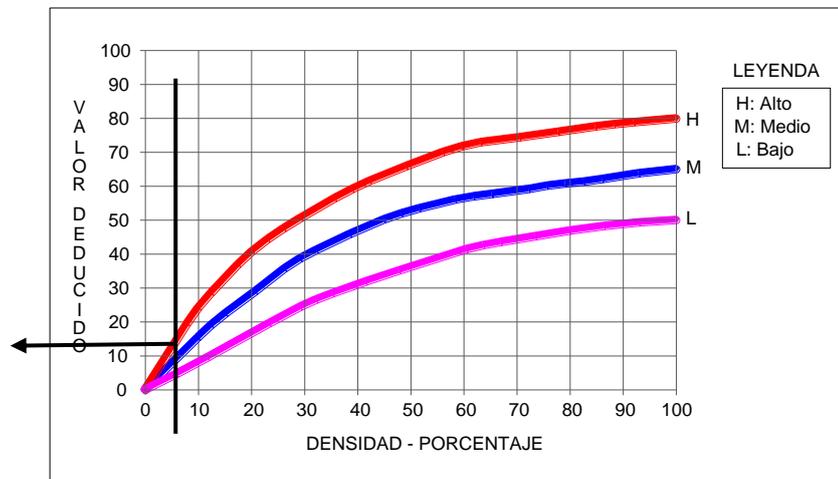


Gráfico 1. Cálculo de grieta de esquina de la M-1
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Valor deducido = 17.50.

De igual manera se encuentra los distintos valores deducidos para cada clase y nivel de falla.

Tabla 17. Valor deducido cada clase de falla de la M-1

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
22M	2	9.09	17.50
22L	1	4.55	5.50
36L	9	25.00	20.00
29M	2	6.90	15.80
29L	1	3.45	8.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Etapa 2. Cálculo del número admisible máximo deducidos (mi)

1. Números deducidos mayores que 2.

Contabilizar los valores deducidos mayores a 2.

Tabla 18. N.º admisible máximo deducidos de cada clase de falla de la M-1

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
22M	2	9.09	17.50
22L	1	4.55	5.50
36L	9	25.00	20.00
29M	2	6.90	15.80
29L	1	3.45	8.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

$$\text{Números deducidos} > 2 (q) = 5$$

2. Valor deducido más alto (HVD).

Elegir el mayor valor deducido.

Tabla 19. Valor deducido más alto de falla de la M-1

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
22M	2	9.09	17.50
22L	1	4.55	5.50
36L	9	25.00	20.00
29M	2	6.90	15.80
29L	1	3.45	8.00

Fuente: Elaboración propia, 2019

$$HVD = 20.00$$

3. Número admisibles deducidos.

$$mi = 1.00 + \frac{9}{8}(100 - HVD)$$

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 20.00) = 8.35.$$

Como mi es mayor que los números deducidos individuales (3), se utilizarán los tres valores deducidos.

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).

1. Número de valores deducidos mayores que 2.

Tabla 20. Nº de valores deducido-mayores que 2 de cada clase de falla de la M-1

Valor deducido
17.50
5.50
20.00
15.80
8.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Valor deducido total.

Sumar todos los valores deducidos individuales.

$$VDT = 17.50 + 5.50 + 20 + 15.80 + 8.00 = 66.80$$

3. Calcular el valor deducido corregido, en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

$$VDT=41.0$$

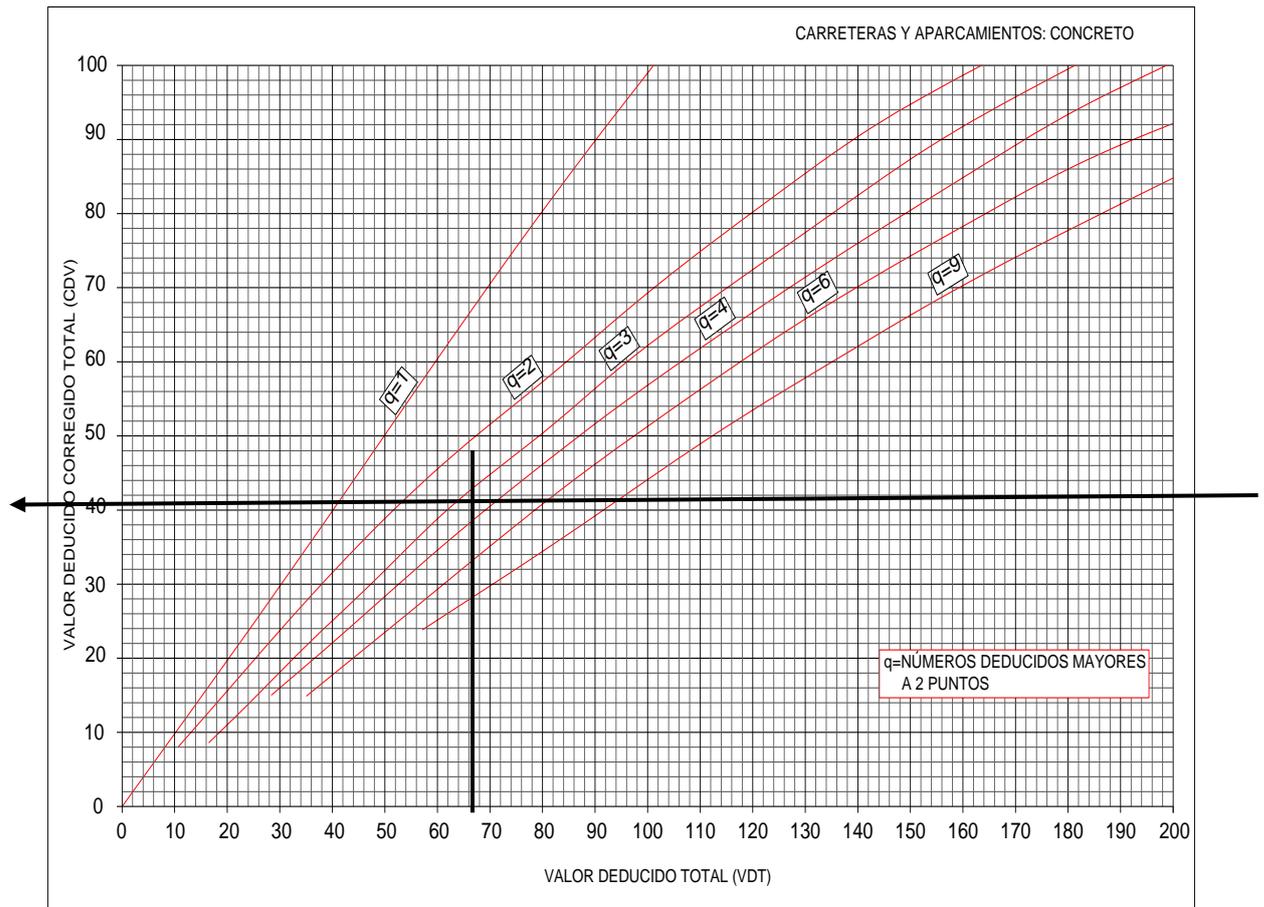


Gráfico 2. Curva de corrección para determinar el valor deducido total CDV
Fuente: Elaboración propia, 2019.

VDC=41

4. Reduzca a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que dos, y repita las etapas 2 y 3 hasta que q sea igual a 1.

Tabla 21. Reduzca a 2 al menor de los valores deducidos ind. de cada clase de falla de la M-1

#	VALOR DEDUCIDO			Total	q	CDV
1	26.00	10.56	2.95	33.5	3	20.00
2	26.00	10.56	2.00	32.6	2	25.56
3	26.00	2.00	2.00	24.0	1	23.24

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Determine el máximo valor corregido obtenido en este proceso.

Tabla 22. Determinar el máximo valor corregido de cada clase de falla de la

M-1

#	VALOR DEDUCIDO	Total	q	CDV
1	20.00	10.56	2.95	33.5
2	20.00	10.56	2.00	32.6
3	20.00	2.00	2.00	24.0
				23.24

Fuente: Elaboración propia,2019.

Max VDC=25.56.

Etapa 4. Cálculo del PCI.

1. Reste de 100 el VDC.

$$PCI = 100 - 25.56 = 74$$

Etapa 5. Estado del pavimento.

1. Con el valor del PCI comparar con la tabla del PCI.

PCI= 74

Tabla 23. Tabla del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 71	Muy Bueno
70 – 56	Bueno
55 – 41	Regular
40 – 26	Malo
25 – 11	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Elaboración propia,2019.

Estado del pavimento: **Muy Bueno.**

4.1.4. EVALUACIÓN DE MUESTRAS.

4.1.4.1. MUESTRA M-01

Tabla 24. Conteo de Fallas de la Muestra 01

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M1	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	16 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M1	GRIETA DE ESQUINA 22	Parche deteriorado	M
	GRIETA DE ESQUINA 22	Parche deteriorado	M
	GRIETA DE ESQUINA 22	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche funciona bien	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 25. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 1

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
22	M	1	1				2	9.09%	17.50
22	L	1					1	4.55%	5.50
29	M	1	1				2	9.09%	7.00
29	L	1					1	4.55%	0.80
36	L	1	1	1	1	5	9	40.91%	10.00
TOTAL VD									40.80

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV
1	17.50	5.50	7.00	10.00	40.00	4	25.00
2	24.5	2.00	0.50		27.00	1	26.00

MAXIMO CVD	26.00
PCI = 100 - MAX. CVD	74.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.2. MUESTRA M-02

Tabla 26. Conteo de Fallas de la Muestra 02

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M2	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	16 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M2	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 27. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 2

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	1	5	27.78%	24.50
36	L	1	1	1	1	4	8	44.44%	10.00
TOTAL VD									34.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	24.50	10.00	34.50	2	27.50
2	24.5	2.00	26.50	1	25.50

MAXIMO CVD	27.50
PCI = 100 - MAX. CVD	72.50
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.3. MUESTRA M-03

Tabla 28. Conteo de Fallas de la Muestra 03

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M3	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M3	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 29. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 3

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	1	5	31.25%	24.50
36	L	1	1	1	1	4	8	50.00%	10.00
TOTAL VD									34.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	24.50	10.00	34.50	2	27.50
2	24.5	2.00	26.50	1	25.50

MAXIMO CVD	27.50
PCI = 100 - MAX. CVD	72.50
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.4. MUESTRA M-04

Tabla 30. Conteo de Fallas de la Muestra 04

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M4	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M4	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 31. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 4

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	1	5	31.25%	24.50
36	L	1	1	1	1	2	6	37.50%	8.50
TOTAL VD								33.00	

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	24.50	8.50	33.00	2	26.00
2	24.5	2.00	26.50	1	25.50

MAXIMO CVD	26.00
PCI = 100 - MAX. CVD	74.00
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.5. MUESTRA M-05

Tabla 32. Conteo de Fallas de la Muestra 05

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M5	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M5	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 33. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 5

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	3	7	38.89%	33.00
36	L	1	1	1	1	4	8	44.44%	10.00
TOTAL VD									43.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	33.00	10.00	43.00	2	34.00
2	33	2.00	35.00	1	34.50

MAXIMO CVD	34.50
PCI = 100 - MAX. CVD	65.50
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.6. MUESTRA M-06

Tabla 34. Conteo de Fallas de la Muestra 06

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M6	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M6	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 35. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 6

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	3	7	43.75%	33.00
36	L	1	1	1	1	2	6	37.50%	8.50
TOTAL VD									41.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	33.00	8.00	41.00	2	32.50
2	33.00	2.00	35.00	1	34.50

MAXIMO CVD	34.50
PCI = 100 - MAX. CVD	65.50
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.7. MUESTRA M-07

Tabla 36. Conteo de Fallas de la Muestra 07

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VÍA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M7	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M7	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 37. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 7

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	2	6	33.33%	29.00
36	L	1	1	1	1	5	9	50.00%	8.50
TOTAL VD									37.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	29.00	10.00	39.00	2	31.50
2	29.00	2.00	31.00	1	30.50

MAXIMO CVD	31.50
PCI = 100 - MAX. CVD	68.50
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.8. MUESTRA M-08

Tabla 38. Conteo de Fallas de la Muestra 08

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M8	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA	
M8	PARQUE PEQUEÑO	30	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	M
	DESCONCHAMIENTO	36	8%	M
	DESCONCHAMIENTO	36	9%	M
	DESCONCHAMIENTO	36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO	36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO	36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO	36	Se visualiza la falla	L
	GRIETA DE ESQUINA	22	S/M	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	M
GRIETA DE ESQUINA	22	S/M	M	

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 39. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 8

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
22	M	1	1				2	11.11%	21.00
29	M	1	1	1	1	2	6	33.33%	29.00
30	M	1					1	5.56%	1.00
36	L	1	1	1	1		4	22.22%	6.50
36	M	1	1				2	11.11%	11.00
TOTAL VD									68.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								
Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	29.00	21.00	11.00	6.50	1.00	68.50	4	39.50
2	29.00	21.00	11.00	2.00	1.00	64.00	3	41.00
3	29.00	21.00	2.00	2.00	1.00	55.00	2	42.00
4	29.00	2.00	2.00	2.00	1.00	36.00	1	35.50

MAXIMO CVD	42.00
PCI = 100 - MAX. CVD	58.00
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.9. MUESTRA M-09

Tabla 40. Conteo de Fallas de la Muestra 09

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M9	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M9	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	M
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	M
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	M
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	M
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	M
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	M
DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	M	

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 41. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 9

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	1	1	1	6	21.43%	7.50
25	M	1	1	1	1	1	1	1	5	17.86%	13.50
28	L	1							1	3.57%	2.00
29	L	1	1						2	7.14%	1.00
30	L	1							1	3.57%	0.50
36	M	1	1						2	7.14%	4.50
TOTAL VD											29.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)											
Nº	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	q	CDV
1	13.50	7.50	4.50	2	2	1	0.5	31.00	3	18.50	
2	13.50	7.50	2.00					23.00	2	17.00	
3	13.5	2.00						15.50	1	15.00	

MAXIMO CVD	18.50
PCI = 100 - MAX. CVD	81.50
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.10. MUESTRA M-10

Tabla 42. Conteo de Fallas de la Muestra 10

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M10	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M10	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Se visualiza la falla	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 43. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 10

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	4	8	28.57%	12.00
28	L	1	1				2	7.14%	4.50
29	L	1					1	3.57%	0.00
30	L	1					1	3.57%	0.00
36	L	1	1	1	1		4	14.29%	3.50
39	L	1	1				2	7.14%	1.50
TOTAL VD									21.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV
1	12.00	4.50	3.50	1.5	21.50	3	14.00
2	12.00	4.50	2.00		18.50	2	14.00
3	12.00	2.00			14.00	1	14.00

MAXIMO CVD	14.00
PCI = 100 - MAX. CVD	86.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.11. MUESTRA M-11

Tabla 44. Conteo de Fallas de la Muestra 1

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M11	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M11	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	PULIMIENTOS DE AGREGADO 31	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 45. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 11

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	3	7	25.00%	9.50
28	L	1					1	3.57%	2.00
30	L	1	1				2	7.14%	0.00
31	L	1					1	3.57%	0.50
TOTAL VD									12.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	9.50	2.00	0.50	12.00	1	14.00

MAXIMO CVD	14.00
------------	-------

PCI = 100 - MAX. CVD	86.00
----------------------	-------

CLASIFICACION	MUY BUENO
---------------	-----------

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.12. MUESTRA M-12

Tabla 46. Conteo de Fallas de la Muestra 12

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M12	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M12	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	M
	ESCALA 25	Parche deteriorado	M
	PARQUE PEQUEÑO 30	Parche deteriorado	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Parche deteriorado	L
	GRIETA DE RETRACCION 37	Parche deteriorado	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Parche deteriorado	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Parche deteriorado	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 47. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 12

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	1	5	18%	5.50
25	M	1	1				2	7%	6.00
30	L	1	1				2	7%	0.00
37	L	1					1	4%	0.00
39	L	1	1				2	7%	2.00
TOTAL VD									13.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	6.00	5.50	2.00	13.50	2	12.00
2	6.00	2.00		8.00	1	8.00

MAXIMO CVD	12.00
PCI = 100 - MAX. CVD	88.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.13. MUESTRA M-13

Tabla 48. Conteo de Fallas de la Muestra 13

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M13	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA	
M13	ESCALA	25	Parche deteriorado	L
	ESCALA	25	Parche deteriorado	L
	ESCALA	25	Parche deteriorado	L
	ESCALA	25	Parche deteriorado	L
	ESCALA	25	Parche deteriorado	L
	DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA	26	Parche deteriorado	M
	DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA	26	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE	29	Parche deteriorado	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 49. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 13

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	1	5	17.86%	6.70
26	M	1	1				2	7.14%	4.00
29	L	1	1	1	1	8	12	42.86%	18.50
TOTAL VD								29.20	

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	18.50	6.70	4.00	29.20	2	19.00
2	18.50	2.00		20.50	1	20.50

MAXIMO CVD	20.50
PCI = 100 - MAX. CVD	79.50
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.14. MUESTRA M-14

Tabla 50. Conteo de Fallas de la Muestra 14

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M14	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M 14	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	PULIMIENTOS DE AGREGADO 31	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 51. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 14

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	3	7	25.00%	9.50
28	L	1					1	3.57%	2.00
30	L	1	1				2	7.14%	0.00
31	L	1					1	3.57%	0.50
TOTAL VD									12.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	9.50	2.00	0.50	12.00	1	14.00

MAXIMO CVD	14.00
PCI = 100 - MAX. CVD	86.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.15. MUESTRA M-15

Tabla 52. Conteo de Fallas de la Muestra 15

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M15	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	ÁREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M 15	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 26	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 53. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 15

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	4	16.00%	4.50	
26	L	1				1	4.00%	0.50	
36	L	1	1	1	1	7	44.00%	8.00	
TOTAL VD								13.00	

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	8.00	4.50	0.50	13.00	2	11.00
2	8.00	2.00		10.00	1	10.00

MAXIMO CVD	11.00
PCI = 100 - MAX. CVD	89.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.16. MUESTRA M-16

Tabla 54. Conteo de Fallas de la Muestra 16

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M16	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M16	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Se visualiza la falla	L	
PULIMIENTOS DE AGREGADO 31	Se visualiza la falla	L	

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 55. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 16

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1			3	12.00%	3.00
28	L	1					1	4.00%	2.50
36	L	1	1	1	1	7	11	44.00%	8.00
39	L	1					1	4.00%	1.00
31	L	1					1	4.00%	0.50
TOTAL VD									15.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								
Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	8.00	3.00	2.50	1.00	0.50	15.00	4	9.00
2	8.00	3.00	2.50	2.00		15.50	3	9.00
3	8.00	3.00	2.00			13.00	2	10.50
4	8.00	2.00				10.00	1	10.00

MAXIMO CVD	10.50
------------	-------

PCI = 100 - MAX. CVD	89.50
----------------------	-------

CLASIFICACION	BUENO
---------------	-------

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.17. MUESTRA M-17

Tabla 56. Conteo de Fallas de la Muestra 17

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M17	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M17	GRIETA DE ESQUINA 22	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	ESCALA 25	Parche deteriorado	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARQUE PEQUEÑO 30	Parche deteriorado	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Parche deteriorado	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Parche deteriorado	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 57. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 17

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
22	L	1		1	4%	3.50
25	L	1	1	2	8%	2.00
29	M	1		1	4%	2.00
30	L	1		1	4%	0.50
39	L	1	1	2	8%	2.00
TOTAL VD						10.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)								
Nº	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV
1	3.50	2.00	2.00	2.00	0.5	10.00	1	12.00

MAXIMO CVD	12.00
PCI = 100 - MAX. CVD	88.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.18. MUESTRA M-18

Tabla 58. Conteo de Fallas de la Muestra 18

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M18	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M 18	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Se visualiza la falla	L
	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA 39	Se visualiza la falla	L

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 59. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 18

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)	
25	L	1	1	1	1	4	8	28.57%	12.00
28	L	1	1				2	7.14%	4.50
29	L	1					1	3.57%	0.00
30	L	1					1	3.57%	0.00
36	L	1	1	1	1		4	14.29%	3.50
39	L	1	1				2	7.14%	1.50
TOTAL VD									21.50

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV
1	12.00	4.50	3.50	1.5	21.50	3	14.00
2	12.00	4.50	2.00		18.50	2	14.00
3	12.00	2.00			14.00	1	14.00

MAXIMO CVD	14.00
PCI = 100 - MAX. CVD	86.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.19. MUESTRA M-19

Tabla 60. Conteo de Fallas de la Muestra 19

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M19	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Joel Jerli RIVERA MELENDEZ	84+380	28 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
M19	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	ESCALA 25	Se visualiza la falla	L
	GRIETA LINEAL 28	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
	PARQUE PEQUEÑO 30	Se visualiza la falla	L
PULIMIENTOS DE AGREGADO 31	Se visualiza la falla	L	

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 61. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 19

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
25	L	1	1	1	1	3	7	25,00%	9.50
28	L	1					1	3.57%	2.00
30	L	1	1				2	7.14%	0.00
31	L	1					1	3.57%	0.50
TOTAL VD									12.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	CDV
1	9.50	2.00	0.50	12.00	1	14.00

MAXIMO CVD	14.00
PCI = 100 - MAX. CVD	86.00
CLASIFICACION	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.1.4.20. MUESTRA M-20

Tabla 62. Conteo de Fallas de la Muestra 20

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
NOMBRE DE LA VIA:	PROGRESIVA INICIAL	TRAMO Y UNIDAD	UBICACIÓN
carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N"	83+020	M20	CARHUAMAYO
EVALUADO POR:	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA	FECHA
Bach. Luis Edinson TORRES GOMEZ	84+380	20 Paños	05/09/2019

PROGRESIVA	TIPO Y CODIGO DE LA FALLA	MEDICION DEL TIPO DE LA FALLA	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FALLA
83+020	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
84+380	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	DESCONCHAMIENTO 36	Se visualiza la falla	L
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M
	PARCHE GRANDE 29	Parche deteriorado	M

Fuente: *Elaboración Propio.*

Tabla 63. Cálculo del PCI y Calificación de la Muestra 20

CODIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DE DEDUCIDO (q)
29	M	1	1	1	1	3	7	38.89%	33.00
36	L	1	1	1	1	4	8	44.44%	10.00
TOTAL VD									43.00

CALCULO DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					
Nº	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	CDV
1	33.00	10.00	43.00	2	34.00
2	33	2.00	35.00	1	34.50

MAXIMO CVD	34.50
PCI = 100 - MAX. CVD	65.50
CLASIFICACION	BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 64. Cálculo del PCI - RESUMEN

PROGRESIVA	MAXIMO CVD	PCI	CLASIFICACION
M-01	26.00	74.00	MUY BUENO
M-02	27.50	72.50	MUY BUENO
M-03	27.50	72.50	MUY BUENO
M-04	26.00	74.00	BUENO
M-05	34.50	65.50	BUENO
M-06	34.50	65.50	BUENO
M-07	31.50	68.50	BUENO
M-08	42.00	58.00	BUENO
M-09	18.50	81.50	MUY BUENO
M-10	14.00	86.00	MUY BUENO
M-11	14.00	86.00	MUY BUENO
M-12	12.00	88.00	MUY BUENO
M-13	20.50	79.50	BUENO
M-14	14.00	86.00	MUY BUENO
M-15	11.00	89.00	MUY BUENO
M-16	10.50	89.50	BUENO
M-17	12.00	88.00	MUY BUENO
M-18	14.00	86.00	MUY BUENO
M-19	14.00	86.00	MUY BUENO
M-20	34.50	65.50	BUENO
		77.81	MUY BUENO

Fuente: *Elaboración Propio.*

Mediante el análisis efectuado del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo). Se obtuvo el Cuadro 64. Donde se evidencia los resultados de cada una de las muestras diagnosticadas, y donde el mismo se expresa en los siguientes gráficos:

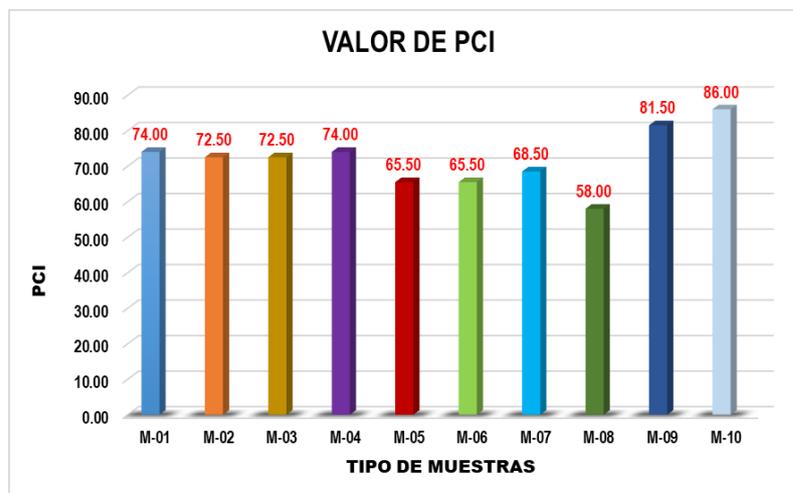


Gráfico 3. Valor de PCI - 1
Fuente: Elaboración propia, 2019.

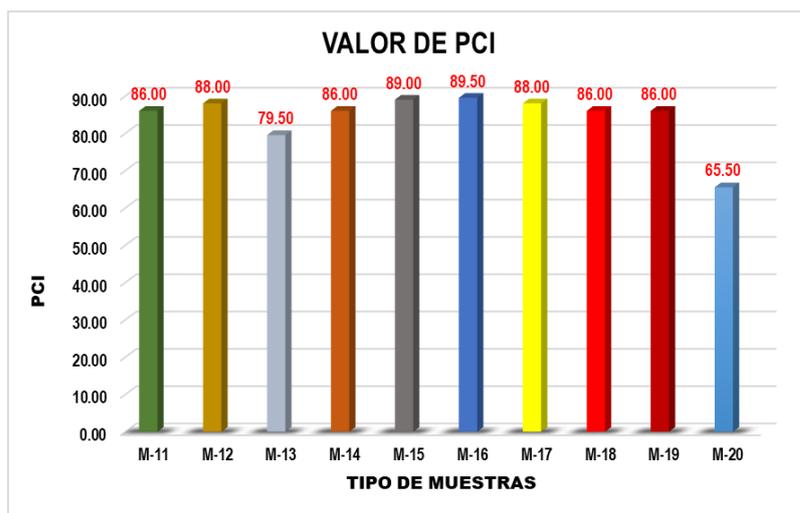


Gráfico 4. Valor del PCI - 2
Fuente: Elaboración propia, 2019.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para verificar la hipótesis se usó el coeficiente de determinación para verificar la existencia del mismo.

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

El estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), es Muy Bueno, según el método PCI (Pavement Condition Index).

4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

La evaluación del estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. Viene siendo Muy Bueno, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante la presente tesis de investigación. Por el cual se da como válido la hipótesis General, por el cual se expresa en la siguiente tabla de resultados, siendo resumen de la toma de datos y evaluación de cada muestra de estudio.

Tabla 65. Porcentaje de Cálculo del PCI - RESUMEN

CLASIFICACION	CANTIDAD	%
EXCELENTE	0	0%
MUY BUENO	12	60%
BUENO	8	40%
REGULAR	0	0%
MALO	0	0%
MUY MALO	0	0%
FALLADO	0	0%
	20	100%

Fuente: *Elaboración Propio.*

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El PCI promedio ponderado para la evaluación de la plataforma de pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), para el tramo resultado **77.81**, clasificándose como un pavimento MUY BUENO, debido a que se trata de un pavimento antiguo con unos 25 años de servicio.

Mediante la evaluación se obtuvo que el 40% tiene un PCI de evaluación de categoría Bueno y 60% tiene un PCI de evaluación de categoría Muy Bueno.

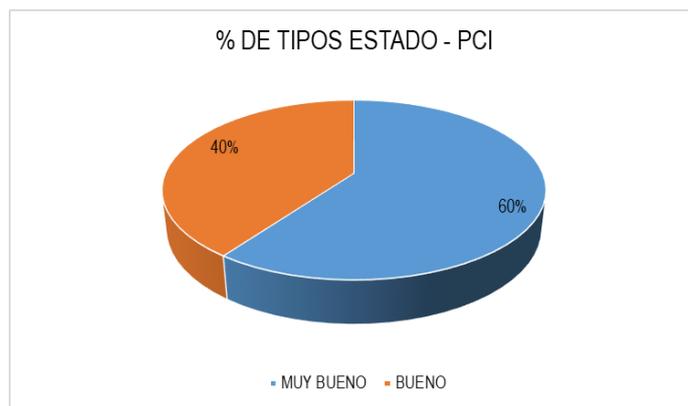


Gráfico 5. Evaluación de Categorización de PCI
Fuente: *Elaboración propia, 2019.*

CONCLUSIONES

- El PCI promedio ponderado para la evaluación de la plataforma de pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), para el tramo resultado **77.81**, clasificándose como un pavimento MUY BUENO, debido a que se trata de un pavimento antiguo con unos 25 años de servicio.
- Mediante la evaluación se obtuvo que el 40% tiene un PCI de evaluación de categoría Bueno y 60% tiene un PCI de evaluación de categoría Muy Bueno.
- Las causas más comunes son tráfico de diseño (cargas son bastante mayores a las de diseño ejemplo camión T3S3), incremento en el tráfico con los años; la mala compactación del afirmado de la subbase, la mala calidad y dosificación de materiales usados en la elaboración del concreto (diseño de mezclas), los factores climáticos (lluvias), sistema de drenaje pluvial inadecuado.

RECOMENDACIONES

- Obtuve por resultado el estado de la plataforma que mediante la influencia de las patologías del concreto "Pavimento rígido" el Índice de Condición de Pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), un PCI= 77.81 se clasificó como un pavimento Muy Bueno; se propone realizar la rehabilitación de las losas más perjudicadas de la vía y por consiguiente realizar un mantenimiento rutinario de las losas, ya que se necesita hacer que la vía vuelva a tener las condiciones de servicio iguales a las que tenía cuando comenzó su vida útil.
- Ejecutar el buen estudio de mecánica de suelos, con los ensayos de Proctor modificado, Proctor, C.B.R., Granulometría, entre otros.
- Realizar una buena compactación (100% MDS) del Proctor modificado, de la subbase y la base, para prevenir asentamientos en las futuras construcciones de pavimentos.
- Planear un adecuado sistema de drenaje pluvial, en las construcciones de vías futuras, ya que en la presente Avenida Unión (carretera Longitudinal de la Sierra Norte "PE-3N" en el tramo 83+020 a 84+380 KM) el sistema de drenaje pluvial es deficiente, causando daños mediante la filtración.
- Se recomienda dar énfasis en el tratamiento inmediato a las fallas con mayor grado de severidad, ya que están propensas a ocasionar el colapso del pavimento.

BIBLIOGRAFÍA

- ASTM. (2003). NORMA ASTM D6433-03. USA.
- BERNAOLA CHUQUILLANQUI, R. J. (2014). TESIS "EVALUACION Y DETERMINACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. HUANCVELICA, DISTRITO CHILCA, HUANCAYO". HUANCAYO, PERÚ.
- BORJA S., M. (2012). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIEROS.CHICHAYO.
- Gamboa Chicchón, K. P. (2009). CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN APLICADO EN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LAS PALMERAS DE PIURA. PIURA, PERÚ: UNIVER SIDADDE PIURA.
- HERNANDES SAMPIERI, R. (2014). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. México: McGRAWHILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ING. VÁSQUEZ VARELA, L. R. (2002). PAVEMENT CONDITION INDEX PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- LEGUÍA LOARTE, P. B., & PACHECO RISCO, H. F. (2016). TESIS "EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURALIMA)". LIMA - PERÚ: UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES.
- Lic. QUEZADA LUCIO, N. (2015). Metodología de la Investigación. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2018). MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018. LIMA.
- ROBLES BUSTIOS, R. (2015). CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA. LIMA – PERÚ: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.

- YANG H. , H. (2004). Pavement Analysis and Desing . Kentucky, USA: Pearson Prentice Hall.
- Armijos, C.R. 2009. Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja Loja, Universidad Técnica Particular de Loja.
- Chuquihuanca, G. 2014. Evaluación superficial del deterioro del pavimento de concreto rígido en la avenida Pakamuros de la ciudad de Jaén - Cajamarca. Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca.
- ING. ALFONSO MONTEJO FONSECA, Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Tercera Edición. Colombia: Universidad Católica de Colombia; 2006.
- ING. ESP. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA. Pavement Condition Index(PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras. Colombia: Universidad nacional de Colombia; febrero 2002.
- Morales, J. P. 2005. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. Piura, Universidad de Piura.
- PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. Preparado por: ING. ESP. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA Manizales, febrero de 2002.

ANEXOS

ANEXO 1

Evaluación del estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
<p>General ¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo - Provincia y Región de Junín – 2019?</p>	<p>General Evaluar el estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019.</p>	<p>General El estado actual del pavimento rígido de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo), es Regular, según el método PCI (Pavement Condition <i>Index</i>).</p>	<p>Independiente Carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM</p>	<p>tramo 83+020 a 84+380 KM</p>	<p>Km</p>
<p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo INFLUYE las fallas existentes de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo - Provincia y Región de Junín – 2019? • ¿Cuál es el índice de condición del pavimento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo - Provincia y Región de Junín – 2019? 	<p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las fallas existentes de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. • Determinar el índice de condición del pavimento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. 	<p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las fallas existentes de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. Tienen una evaluación de categoría Regular. • El índice de condición del pavimento de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte “PE-3N” en el tramo 83+020 a 84+380 KM (Zona Urbana de Carhuamayo) - Distrito de Carhuamayo; Provincia y Región de Junín – 2019. Se clasifica como Regular. 	<p>Dependiente Estado actual del pavimento rígido</p>	<p>Clase de falla</p>	<p>Inspección visual</p>
				<p>Nivel de severidad</p>	<p>Escala cualitativa</p>

ANEXO 2

Instrumentos de recolección de datos

Tabla 66.
Registro de fallas

Progresiva	Tipo y Código de falla	Medición del tipo de falla	Nivel de severidad de falla
M1	Grieta de esquina	Deteriorado	
	Desconchamiento	Falla visual	
	Parche grande	Deteriorado	

Tabla 67.
Valor deducido cada clase de falla

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
22M	2	9.09	17.5
22L	1	4.55	5.5
36L	9	25	20
29M	2	6.9	15.8
29L	1	3.45	8

Tabla 68.
 Cuento de fallas muestreadas

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
Nombre de la vía	Progresiva inicial	Tramo y unidad	Ubicación
Evaluado por:	Progresiva final	Área de muestra	Fecha
Progresiva	Tipo y Código de falla	Medición del tipo de falla	Nivel de severidad de falla
M1	Grieta de esquina	Deteriorado	
	Desconchamiento	Falla visual	
	Parche grande	Deteriorado	

Tabla 69.
 Cálculo del PCI

Progresiva	Máximo CVD	PCI	Clasificación
M-01			
M-02			
M-03			
M-04			
M-05			
M-06			
M-07			
M-08			
M-09			
M-10			
M-11			
M-12			
M-13			
M-14			
M-15			
M-16			
M-17			
M-18			
M-19			
M-20			