



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ÍNDICES DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL
PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL MODELO DE
REGRESIÓN EN LA AVENIDA DEFENSORES DEL
MORRO**

**PRESENTADA POR
JOSÉ AUGUSTO CORAL GONZÁLEZ
FERNANDO JESÚS LEON ACOSTA**

**ASESOR
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA
VÍCTOR ANTONIO ZELAYA JARA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LIMA – PERÚ

2020



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ÍNDICES DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL
PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL MODELO DE
REGRESIÓN EN LA AVENIDA DEFENSORES DEL MORRO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**CORAL GONZÁLEZ, JOSÉ AUGUSTO
LEON ACOSTA, FERNANDO JESÚS**

LIMA - PERÚ

2020

A Dios, quien guía nuestros pasos día a día por el camino del bien con todas las fuerzas necesarias para cumplir nuestras metas.

A nuestros padres, por confiar en nosotros y brindarnos el apoyo ante cualquier adversidad en el desarrollo personal y profesional.

Agradecimiento a nuestros padres por brindarnos su apoyo en la realización de este proyecto.

A nuestros amigos que formaron parte de esta investigación y nos brindaron su apoyo.

A nuestros asesores por brindarnos sus conocimientos durante el desarrollo de la investigación.

A la empresa Roadroid por facilitarnos el uso de la aplicación.

A la Universidad San Martín de Porres por formarnos profesionalmente.

INDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
TABLAS	viii
FIGURAS	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la Situación Problemática	1
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	
1.3 Objetivos	
1.3.1 Objetivo General	
1.3.2 Objetivos Específicos	
1.4 Justificación	
1.4.1 Importancia de la Investigación	
1.5 Viabilidad	6
1.6 Limitaciones	
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de Investigación	8
2.1.1 Antecedentes Internacionales	
2.1.2 Antecedentes Nacionales	11
2.2 Bases Teóricas	14
2.2.1 Carreteras	
2.2.2 Pavimentos	16
2.2.3 Evaluación del Pavimento	25
2.2.4 Índices de la Condición Superficial	27

	Página
2.2.5 Índice de Condición del Pavimento (PCI)	
2.2.6 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	57
2.2.7 ROADROID	73
2.2.8 Análisis de regresión y correlación	83
2.3 Definición de Términos Básicos	94
2.4 Hipótesis	96
2.4.1 Hipótesis General	
2.4.2 Hipótesis Específicas	
 CAPITULO III: METODOLOGIA	
3.1 Diseño Metodológico	97
3.1.1 Método de la Investigación	
3.1.2 Enfoque de la Investigación	
3.1.3 Tipo de Investigación	
3.1.4 Nivel de la Investigación	
3.1.5 Diseño de la Investigación	
3.2 Población y muestra	
3.2.1 Población	
3.2.2 Muestra	98
3.3 Operacionalización de variables	
3.4 Técnicas	100
3.5 Instrumentos, Equipos y Materiales	101
 CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO	
4.1 Recolección de datos del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) por medio de la aplicación Roadroid	102
4.1.1 Planificación	
4.1.2 Procedimiento	104
4.2 Recolección de datos del Índice de Condición del Pavimento (PCI) por medio de una inspección visual	114

	Página
4.2.1 Planificación	
4.2.2 Procedimiento	115
CAPÍTULO V: RESULTADOS	
5.1 Índice de Rugosidad Internacional con Roadroid	124
5.1.1 Índice de Roadroid (RI)	
5.1.2 IRI Estimado (eIRI) e IRI Calculado (cIRI)	125
5.2 Índice de Condición del Pavimento	133
5.3 Modelo de Regresión PCI - IRI	136
5.3.1 Ecuación de Regresión y Coeficiente de Correlación PCI – IRI Calculado (cIRI)	
5.3.2 Ecuación de Regresión y Coeficiente de Correlación PCI – IRI Estimado (eIRI)	140
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
6.1 Contrastación de la Hipótesis	144
6.2 Índice de Rugosidad Internacional con Roadroid	146
6.3 Índice de Condición del Pavimento	148
6.4 Modelo de Regresión PCI - IRI	149
6.5 Modelo de Regresión según el estado del PCI vs IRI	150
6.6 Discusión de los Antecedentes	152
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	155
ANEXOS	159
FUENTES DE INFORMACIÓN	235

ÍNDICE DE GRÁFICOS

TABLAS	Página
Tabla 1: Red vial nacional por tipo de superficie de rodadura según departamento (Kilómetros)	2
Tabla 2: Red vial nacional según el estado de la superficie de rodadura hasta el 2019 (kilómetros)	3
Tabla 3: Funciones de la capa asfáltica	19
Tabla 4: Rango de la Condición de un Pavimento	28
Tabla 5: Resumen de Fallas con su respectivos Deterioros	29
Tabla 6: Niveles de Severidad	31
Tabla 7: Opciones de Reparación	32
Tabla 8: Niveles de Severidad	33
Tabla 9: Opciones de Reparación	34
Tabla 10: Niveles de Severidad	34
Tabla 11: Opciones de Reparación	35
Tabla 12: Niveles de Severidad	36
Tabla 13: Opciones de Reparación	36
Tabla 14: Niveles de Severidad	37
Tabla 15: Opciones de Reparación	38
Tabla 16: Niveles de Severidad	38
Tabla 17: Opciones de Reparación	39
Tabla 18: Niveles de Severidad	39
Tabla 19: Opciones de Reparación	40
Tabla 20: Niveles de Severidad	41
Tabla 21: Opciones de Reparación	42

	Página
Tabla 22: Niveles de Severidad	42
Tabla 23: Opciones de Reparación	43
Tabla 24: Niveles de Severidad	44
Tabla 25: Opciones de Reparación	45
Tabla 26: Niveles de Severidad	45
Tabla 27: Opciones de Reparación	46
Tabla 28: Niveles de Severidad	47
Tabla 29: Opciones de Reparación	47
Tabla 30: Niveles de Severidad para Huecos	48
Tabla 31: Niveles de Severidad para Huecos	48
Tabla 32: Opciones de Reparación	49
Tabla 33: Niveles de Severidad	49
Tabla 34: Opciones de Reparación	50
Tabla 35: Niveles de Severidad	51
Tabla 36: Opciones de Reparación	51
Tabla 37: Niveles de Severidad	52
Tabla 38: Opciones de Reparación	53
Tabla 39: Niveles de Severidad	53
Tabla 40: Opciones de Reparación	54
Tabla 41: Niveles de Severidad	54
Tabla 42: Opciones de Reparación	55
Tabla 43: Niveles de Severidad	56
Tabla 44: Opciones de Reparación	57

	Página
Tabla 45: Índice Internacional de Rugosidad	60
Tabla 46: Clase 1	63
Tabla 47: Normativa de Organizaciones para el control del IRI	68
Tabla 48: Normativa de otros países para el control del IRI	69
Tabla 49: Consolidado de Exigencias de Rugosidad en Concesiones viales en el Perú	71
Tabla 50: Condición de la Carretera mediante colores	78
Tabla 51: Reporte del seguimiento del cambio de condición de carretera utilizando el RI	83
Tabla 52: Interpretación del coeficiente de Regresión b	88
Tabla 53: Nociones de Regresión No Lineal	89
Tabla 54: Interpretación del índice de correlación	92
Tabla 55: Interpretación del coeficiente de determinación	94
Tabla 56: Variables Independiente y Dependientes	98
Tabla 57: Operacionalización de Variable Independiente	99
Tabla 58: Operacionalización de Variable Dependiente	99
Tabla 59: Lista del historial para importar	112
Tabla 60: Datos de Roadroid en formato “.txt”	113
Tabla 61: Formato para el cálculo del PCI	118
Tabla 62: Información del pavimento a evaluar	119
Tabla 63: Fallas encontradas en cada tramo	120
Tabla 64: Determinación del Índice de Condición del Pavimento	123
Tabla 65: Índice de Roadroid e IRI Estimado	125
Tabla 66: Fallas encontradas en el pavimento	135

	Página
Tabla 67: Rugosidad Inicial IRI (m/km). Según tipo de carretera con carpeta asfáltica en caliente	148

FIGURAS

Figura 1: Programa ARRANCA PERÚ	6
Figura 2: Sala situacional del COVID-19 hasta el 24 de junio	7
Figura 3: Principales funciones que cumple la estructura del pavimento	17
Figura 4: Sección típica de un pavimento flexible	18
Figura 5: Sección típica de un pavimento rígido	20
Figura 6: Sección típica de un pavimento con capas tratadas	21
Figura 7: Sección típica de un pavimento con estructura mixta	22
Figura 8: Sección típica de un pavimento de estructura semirrígida	23
Figura 9: Sección típica de un pavimento con estructura inversa	24
Figura 10: Sección típica de un pavimento con capa asfáltica gruesa	25
Figura 11: Proceso de evaluación de una vía pavimentada	26
Figura 12: Resumen de Fallas en los Pavimentos Flexibles	30
Figura 13: Escala de Rugosidad IRI (m/km)	59
Figura 14: Índice Internacional de Rugosidad	59
Figura 15: Carro de Oro	61
Figura 16: Modelo de Cuarto de Carro	62
Figura 17: Perfilómetro Inercial APL	64
Figura 18: Perfilómetro Laser RSP	65
Figura 19: Perfilómetro Liviano	65
Figura 20: Perfilógrafo California	66
Figura 21: Rugosímetro de Merlín	67
Figura 22: Índice de Rugosidad Internacional	67
Figura 23: Mediciones de rugosidad con Roughometer II realizadas en la concesión red Vial N°5	72
Figura 24: Mediciones de rugosidad con Perfilómetro Laser Dynatest Mark realizadas en la red vial nacional asfaltada	73
Figura 25: Aplicativo Roadroid	73
	Página
Figura 26: Sistema Roadroid	74

Figura 27: Prototipo 2002 - 2003	75
Figura 28: Prueba con el tercer prototipo con Galaxy Tab GT P1000	76
Figura 29: Base de Datos de Pavimentos en Suecia	78
Figura 30: Configuración de medición del IRI con Roadroid	79
Figura 31: Control para mediciones de cIRI	80
Figura 32: Comparación entre el Austrade Aran IRI (verde) vs cIRI (rojo)	80
Figura 33: La correlación determinada para el eIRI	81
Figura 34: Índice Roadroid (RI)	82
Figura 35: Filtro, selección y análisis de datos en la Web utilizando el Índice Roadroid (RI)	82
Figura 36: Tendencias de diagramas de dispersión	85
Figura 37: Desviaciones de valores observados y ajustados	85
Figura 38: Distintos ejemplos sencillos de correlaciones	90
Figura 39: Automóvil Renault Sandero	103
Figura 40: Celular Samsung S10 Plus con sujetador	103
Figura 41: Aplicativo Roadroid versión 2.4.6	103
Figura 42: Tramo evaluado	104
Figura 43: Avenida Defensores del Morro	104
Figura 44: Parante del móvil	105
Figura 45: Aplicación roadroid	106
Figura 46: Inicio de la aplicación roadroid	106
Figura 47: Opción settings de la aplicación roadroid	107
Figura 48: Opción del tipo de vehículo	107
Figura 49: Opción captura de fotos en segmentos a cada 100 m	107
Figura 50: Pantalla de Inicio del Roadroid	108
Figura 51: Calibración del móvil respecto al sujetador	108
Figura 52: Evaluación del IRI con Roadroid	109
Figura 53: Página Web para descargar datos	109
Figura 54: Condición del pavimento	110
Figura 55: IRI promedio en un polígono	110
Figura 56: Opción links de rugosidad y puntos de rugosidad	111
	Página
Figura 57: Opción fotos cada 100 metros	111

Figura 58: Opción video de todo el recorrido	111
Figura 59: Google Earth	113
Figura 60: Instalación del GoPro EKKO X2	114
Figura 61: Cámara profesional Sony Alpha 3500	115
Figura 62: Wincha Truper	115
Figura 63: Medición del carril derecho	116
Figura 64: Medición del carril izquierdo	116
Figura 65: Tramo a evaluar visualmente	120
Figura 66: Valor de deducción	121
Figura 67: Curva del valor de deducción	121
Figura 68: Número máximo de valores deducidos	122
Figura 69: Valor deducido corregido	123
Figura 70: Polígono encerrado para el cálculo del Índice de Roadroid	124
Figura 71: IRI calculado vs IRI estimado en carril izquierdo sección "IDA"	126
Figura 72: IRI calculado vs IRI estimado en carril izquierdo sección "VUELTA"	126
Figura 73: IRI calculado vs IRI estimado en carril derecho sección "IDA"	127
Figura 74: IRI calculado vs IRI estimado en carril derecho sección "VUELTA"	127
Figura 75: Perfil de la Avenida Defensores del Morro	128
Figura 76: El IRI estimado vs El IRI calculado	129
Figura 77: Método de regresión entre el IRI estimado vs el IRI calculado	130
Figura 78: Clasificación del IRI estimado (eIRI)	131
Figura 79: Estado de la Avenida Defensores del Morro (eIRI)	131
Figura 80: Clasificación del IRI calculado (cIRI)	131
Figura 81: Estado de la Avenida Defensores del Morro (cIRI)	132
Figura 82: IRI estimado e IRI calculado según la velocidad	132
Figura 83: Porcentaje del estado del pavimento	133
Figura 84: Número de tramos clasificados según el PCI	134
	Página
Figura 85: Regresión lineal entre PCI vs cIRI	137

Figura 86: Regresión logarítmica entre PCI vs cIRI	137
Figura 87: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI vs cIRI	138
Figura 88: Regresión exponencial entre PCI vs cIRI	139
Figura 89: Regresión Potencial entre PCI vs cIRI	139
Figura 90: Regresión lineal entre PCI vs eIRI	140
Figura 91: Regresión potencial entre PCI vs eIRI	141
Figura 92: Regresión exponencial entre PCI vs eIRI	141
Figura 93: Regresión logarítmica entre PCI vs eIRI	142
Figura 94: Regresión polinómica de segundo grado entre PCI vs eIRI	143
Figura 95: Regresión polinómica entre PCI vs eIRI	144
Figura 96: Regresión exponencial entre PCI en Eje X vs eIRI en Eje Y	145
Figura 97: Regresión polinómica de segundo grado entre PCI en Eje X vs eIRI en Eje Y	145
Figura 98: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Bueno) vs eIRI	150
Figura 99: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Fallado) vs eIRI	151
Figura 100: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Malo) vs eIRI	151
Figura 101: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Muy Malo) vs eIRI	152

RESUMEN

Este trabajo de investigación propone estudiar el nivel de relación entre dos métodos de evaluación superficial de vías pavimentadas los cuales son el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición de Pavimentos (PCI), poniendo en valor los conceptos de análisis de regresión y correlación (R). La metodología utilizada fue de tipo deductivo – analítico con un enfoque cuantitativo, un nivel de investigación correlacional y un diseño de investigación no experimental de esta manera se realizó parte del estudio en el distrito de Chorrillos donde se recolectó los datos para realizar los cálculos pertinentes. La problemática de esta tesis se elaboró en base a la situación actual de las vías de transporte en el Perú y la información proporcionada por Provías Nacional. Asimismo, el objetivo general de esta investigación propone evaluar la relación entre estos dos índices de condición superficial del pavimento para generar un modelo de regresión y determinar un coeficiente de correlación (R). Por otra parte, se verificó la validez de la hipótesis planteada mediante el análisis del modelo de regresión donde se encontró una relación polinómica directa de segundo grado entre ambos índices de condición superficial, la cual se expresa mediante la siguiente ecuación matemática $PCI = 1.3761(IRI)^2 - 20.085IRI + 83.69$ con un índice de correlación de $R = 0.80$. De esta manera solo será necesario calcular el IRI y reemplazar en la ecuación matemática para calcular el PCI. Finalmente, el aporte de este trabajo será de gran utilidad para ayudar a la Municipalidad de Chorrillos a mejorar el proceso de evaluación de sus vías pavimentadas.

Palabras Claves: Estado de condición superficial, fallas superficiales, índice de condición del pavimento, índice de rugosidad internacional, modelo de regresión, coeficiente de correlación, evaluación, Roadroid, IRI Estimado, IRI Calculado.

ABSTRACT

This research work proposes to study the level of relationship between two methods of surface evaluation of paved roads which are the International Roughness Index (IRI) and the Pavement Condition Index (PCI), putting in value the concepts of analysis of regression and correlation (R). The methodology used was deductive - analytical with a quantitative approach, a correlational research level and a non-experimental research design. In this way, part of the study was carried out in the district of Chorrillos where the data was collected to perform the pertinent calculations. The problem of this thesis was elaborated on the basis of the current situation of the transport routes in Peru and the information provided by Provías Nacional. Likewise, the general objective of this research proposes to evaluate the relationship between these two pavement surface condition indices to generate a regression model and determine a correlation coefficient (R). On the other hand, the validity of the hypothesis was verified through the analysis of the regression model where a direct polynomial relationship of second degree was found between both indices of surface condition, which is expressed by the following mathematical equation $PCI = 1.3761(IRI)^2 - 20.085IRI + 83.69$ with a correlation index of $R = 0.80$. In this way it will only be necessary to calculate the IRI and replace in the mathematical equation to calculate the PCI. Finally, the contribution of this work will be very useful to help the Municipality of Chorrillos to improve the evaluation process of its paved roads.

Keywords: Surface condition state, surface faults, pavement condition index, international roughness index, regression model, correlation coefficient, evaluation, Roadroid, IRI estimated, IRI calculated.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presentará a continuación tiene como finalidad calcular un modelo de regresión que facilitará la determinación de los índices de condición superficial para mejorar el proceso de evaluación de vías pavimentadas en mal estado.

Como antecedentes para el desarrollo de esta tesis, se ha investigado sobre los métodos de medición del IRI y la aplicación de la metodología PCI para determinar la condición superficial en vías pavimentadas. Se ha encontrado que desde el año 2010 se empezó a utilizar el aplicativo móvil Roadroid para determinar de una manera sencilla y exacta la rugosidad en carreteras: con respecto al PCI, se encontró investigaciones que han desarrollado esta metodología debido a que utiliza un procedimiento visual de alta confiabilidad para calcular la severidad las fallas superficiales y clasificarlos según la Norma ASTM D6433-11.

En la problemática de esta tesis se revela que las vías pavimentadas en el Perú se encuentran en pésimas condiciones de servicio y, el mantenimiento que han recibido ha sido escaso o nulo, de esta manera podemos entender que se han ejecutado malas prácticas de evaluación; por lo tanto, se justifica proponer nuevos métodos que relacionen dos índices de condición superficial para mejorar el nivel de evaluación.

En el primer capítulo se describe la realidad problemática, desde un punto de vista general hasta llegar a una problemática específica que busca mejorar el entendimiento sobre el tema de investigación. Luego se procede a desarrollar la formulación del problema que da lugar al planteamiento del problema general y los problemas específicos, del mismo modo se plantea el objetivo general y los objetivos específicos. Después se desarrolla la justificación de la investigación donde se detalla la importancia, la viabilidad, el alcance y las limitaciones de la tesis.

En el segundo capítulo se abordan los temas pertinentes al marco teórico, se realiza el resumen de los antecedentes nacionales e internacionales de la investigación resaltando los resultados obtenidos por cada tesis. Se definen las bases teóricas que sustentan el desarrollo de la investigación junto con la terminología utilizada. Finalmente se plantea la hipótesis general junto con las hipótesis específicas.

En el tercer capítulo se detalla el diseño metodológico que normaliza el proceso de elaboración de la tesis se define el método, enfoque, tipo, nivel y diseño de investigación. Se delimita la población, la muestra de estudio y se definen los instrumentos, equipos y materiales. Para finalizar se realiza la operacionalización de las variables.

En el cuarto capítulo se desarrolla el trabajo en campo, se hace el recorrido de la avenida Defensores del Morro para tomar los datos, se desarrolla la metodología PCI para calcular sus valores y se procesan los datos de la aplicación Roadroid para determinar el IRI, ambos para los 74 tramos de estudio en 7.4 km de recorrido.

En el quinto capítulo se muestran los resultados del PCI e IRI, se realiza el diagrama de dispersión y se determina el modelo de regresión matemático junto con el coeficiente de correlación.

En el sexto capítulo se realiza la discusión de los resultados obtenidos en el capítulo anterior y de los antecedentes de la investigación. Después procedemos a realizar el proceso de contraste de hipótesis.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación las cuales servirán como antecedentes para futuras investigaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Situación Problemática

El sistema de transporte vial del Perú constituye parte fundamental de su desarrollo económico y social, está demostrado que los países con mayor índice de progreso son los que cuentan con una mayor cantidad de carreteras pavimentadas en óptimas condiciones, como es el caso de los países de Europa occidental, central y oriental.

La situación actual del Perú revela que gran parte del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) el cual está constituido por la red vial nacional, departamental y vecinal presenta pésimas condiciones de servicio, esto se logra identificar en la superficie de la capa de rodadura del pavimento ya que se encuentra con diversos tipos de fallas como deformaciones, agrietamientos, defectos superficiales, etc.

Esto es ocasionado por diversos factores tales como son las radiaciones emitidas por el sol, las constantes lloviznas, la sobrecarga producida por el alto tránsito vehicular, el cambio brusco de temperatura y deficiencias en el proceso de construcción. Junto a eso se suma los casos de corrupción en la administración de vías por parte de los gobiernos locales y regionales.

Provias Nacional, proyecto especial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC), informan el estado de la red vial Nacional de nuestro país.

Tabla 1: Red vial nacional por tipo de superficie de rodadura según departamento (Kilómetros)

DEPARTAMENTO	PAVIMENTADA			NO PAVIMENTADA	RVN EXISTENTE	PROYECTADA	RVN TOTAL	% RVN PAVIM.
	Asfaltada	Sol. Básica	Total					
AMAZONAS	325	528	853	4	856	32	888	100
ANCASH	900	451	1,351	542	1,893	69	1,962	71
APURIMAC	553	385	938	343	1,281	-	1,281	73
AREQUIPA	1,125	90	1,216	281	1,497	-	1,497	81
AYACUCHO	709	1,021	1,731	70	1,801	-	1,801	96
CAJAMARCA	1,037	455	1,492	247	1,739	-	1,739	86
CALLAO	45	-	45	-	45	2	46	100
CUSCO	1,044	582	1,626	408	2,034	405	2,439	80
HUANCAVELICA	366	825	1,191	255	1,446	-	1,446	82
HUANUCO	411	361	772	547	1,319	97	1,415	59
ICA	608	75	683	14	697	6	703	98
JUNIN	792	240	1,031	744	1,775	24	1,799	58
LA LIBERTAD	636	223	859	403	1,262	88	1,350	68
LAMBAYEQUE	386	65	451	18	469	45	514	96
LIMA	1,079	273	1,351	334	1,685	-	1,685	80
LORETO	50	39	89	37	125	166	292	71
MADRE DE DIOS	399	-	399	-	399	458	857	100
MOQUEGUA	469	-	469	-	469	-	469	100
PASCO	186	177	363	227	590	-	590	62
PIURA	1,090	481	1,571	164	1,735	45	1,780	91
PUNO	1,306	497	1,803	215	2,018	-	2,018	89
SAN MARTIN	613	139	753	70	823	197	1,019	91
TACNA	507	74	580	51	631	-	631	92
TUMBES	138	-	138	-	138	12	150	100
UCAYALI	221	1	222	104	326	163	489	68
TOTAL	14,996	6,981	21,977	5,077	27,055	1,808	28,863	81

Fuente: Provías Nacional, 2020.

Como se observa en la Tabla 1, Lima por ser la capital del Perú tiene gran parte de sus carreteras pavimentadas 1351 km, lo que conforma el 80 por ciento de su red vial nacional dentro de esto se encuentran 273 km de carretera rehabilitada con solución básica.

En lo que concierne al estado de la capa de rodadura de la red vial nacional en buen estado este pasó de 82 por ciento a 68 por ciento desde diciembre de 2018 a julio de 2019 respectivamente. Para julio 2019 se puede ver un decrecimiento del buen estado de las carreteras pavimentadas en 5 por ciento respecto a diciembre de 2018, esto se ve reflejado en la pésima condición estructural en secciones de las vías. (Provías Nacional, 2020)

El conocimiento del estado de la condición superficial en la que se encuentra una carretera asfaltada y el cumplimiento de su tiempo de servicio son tópicos importantes para el organismo encargado de su gestión, en este

caso es Provias Nacional que tiene como labor el cumplimiento de los proyectos de evaluación y mantenimiento del Sistema Nacional de Carreteras.

Tabla 2: Red vial nacional según el estado de la superficie de rodadura hasta el 2019 (kilómetros)

RVN / ESTADO	A DIC 2018 (Km)			A JUL 2019 (Km)			VAR. JUL 19 / DIC 18 (Km)			A DIC 2018 (%)		A JUL 2019 (%)	
	PAVIM.	NO PAV.	TOTAL	PAVIM.	NO PAV.	TOTAL	PAVIM.	NO PAV.	TOTAL	PAVIM.	TOTAL	PAVIM.	TOTAL
RVN	21,434	5,676	27,110	21,649	5,412	27,061					100		100
Bueno	18,593	825	19,418	17,771	740	18,511	-822	-85	-907	87	72	82	68
Regular	403	1,344	1,747	2,057	2,661	4,718	1,654	1,317	2,971	2	6	10	17
Malo	2,438	3,507	5,945	1,821	2,011	3,832	-617	-1,496	-2,113	11	22	8	14

Fuente: Provias Nacional, 2019.

Ante la cantidad de carreteras en mal estado que se observa en la Tabla 2 podemos entender que la debilidad de Provias Nacional es llegar a determinar la condición actual de un pavimento en malas condiciones.

La correcta evaluación del estado actual de un pavimento en mal estado proporciona información correcta de su estado estructural, esta información es de gran utilidad para poder escoger una estrategia y realizar el tipo de mantenimiento adecuado.

Desde este punto de vista el problema más específico se encuentra en la red vial vecinal, ya que los procesos de evaluación y mantenimiento de las avenidas que los componen son escasos o no existen.

Las Municipalidades distritales no cuentan con proyectos de evaluación de condición de pavimentos. Lo que normalmente ocurre es que se realiza un mantenimiento periódico que se limita a realizar inspecciones y cubrir las fallas con mezcla bituminosa, estas acciones imprudentes traen como consecuencia el bajo nivel de desarrollo del País.

Teniendo en cuenta esta problemática lo que busca el presente trabajo de investigación es proporcionar un modelo matemático para determinar la condición actual de los pavimentos realizando un análisis de regresión y correlación entre dos indicadores superficiales como son el PCI que permite evaluar un pavimento mediante métodos visuales en base a la norma ASTM D6433-11 y el IRI que cuantifica la rugosidad de una vía utilizando un vehículo junto a un aplicativo móvil llamado Roadroid.

Para la realización de esta tesis se evaluará una de las avenidas principales del distrito de Chorrillos, desde la intersección de la Avenida

Alameda Sur con la avenida Defensores del Morro (Grifo Primax) culminando en la Progresiva 3 + 700 de la Avenida Defensores del Morro con dirección a la carretera Panamericana Sur para las secciones de ida y vuelta, esta vía pavimentada presenta las condiciones desfavorables necesarias (piel de cocodrilo, ahuellamiento, fisuras transversales, etc.) para realizar el estudio.

1.2 Formulación del problema

Es necesario conocer el estado de una vía para poder determinar el nivel de servicialidad, estado de conservación y detectar fallas que afecten el tiempo de vida útil.

Para llegar a establecer estas condiciones en pavimentos flexibles existen métodos internacionales que han estandarizado criterios de evaluación, estos son adoptados por cada País.

Uno de estos criterios es el IRI (Índice de rugosidad superficial) que mediante una escala de valores mide la textura superficial de las vías, estos resultados califican la respuesta de un vehículo al transitar por una carretera a una velocidad de 80 km/h, como consecuencia nos permite considerar factores como la sensación de confort y seguridad.

Y por otro lado también tenemos el PCI (Índice de condición de pavimento). Este método se realiza con un procedimiento visual que ofrece resultados del deterioro de la vía de alta confiabilidad y suministra información verídica de la severidad y del área afectada.

Durante el período de evaluación de daños superficiales ocurridos en el pavimento flexible se genera un interés por encontrar una relación entre los métodos de evaluación, saber cuán equivalentes pueden llegar a ser, si sus resultados son relacionables, si podemos optar sin que importe la diferencia entre uno u otro o si se enfocan en aspectos totalmente distintos que los hacen incomparables.

Por esta razón se propone determinar la relación entre dos indicadores de condición de pavimento, en este caso el PCI y el IRI, para determinar la validez de un modelo matemático mediante el análisis de regresión junto al coeficiente de correlación entre las dos variables.

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la relación de los Índices de la Condición Superficial del Pavimento para la determinación del Modelo de Regresión en la Avenida Defensores del Morro?

1.2.2 Problemas específicos

¿En qué eje se ubicará cada tipo de falla del PCI en el diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro?

¿En qué eje se ubicará cada rugosidad del IRI en el diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la relación de los Índices de la Condición Superficial del Pavimento para la determinación del Modelo de Regresión en la Avenida Defensores del Morro.

1.3.2 Objetivos Específicos

Determinar en qué eje se ubicará el tipo de falla del PCI en el diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro.

Determinar en qué eje se ubicará la rugosidad del IRI en el diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro.

1.4 Justificación

1.4.1 Importancia de la Investigación

La elaboración de esta tesis considera una importancia social y teórica que se detallará a continuación.

Con respecto a la importancia social, al presentar como alternativa un método para la evaluación del estado de servicio de la Avenida Defensores del Morro, se beneficiarán los usuarios de esta vía quienes podrán acceder a un servicio de calidad, evitando daños en sus vehículos. De esta manera se desarrollará una mayor accesibilidad y mejorará la imagen del distrito.

Con respecto a la relevancia teórica, al aportar un modelo de regresión que evalúe correctamente la condición del pavimento de la Avenida Defensores del Morro, la municipalidad de Chorrillos podrá destinar el dinero del programa ARRANCA PERÚ en prácticas de mantenimiento adecuado para garantizar el óptimo estado de conservación y cumplir con el tiempo de vida útil.

PROGRAMA ARRANCA PERÚ

PRIMERO MI SALUD
Por ti, por mí, por el Perú

Beneficios D.U. N° 070-2020

- Más de S/ 3 700 mill. para el mantenimiento de 48,858 km de vías vecinales.
- Más de 266 mil nuevos puestos de trabajo directos e indirectos.
- S/ 30 millones a favor de los municipios provinciales para contratar personal técnico y administrativo local.
- Procedimientos especiales (simplificados) para que los municipios contraten los mantenimientos.
- Asesoría técnica y administrativa permanente de Provías Descentralizado.

Figura 1: Programa ARRANCA PERÚ

Fuente: Provías Descentralizado (2020)

1.5 Viabilidad

Cada tesista está enfocado al desarrollo del trabajo de investigación en su totalidad de esta manera se dispone del tiempo necesario para participar durante todo el proceso de elaboración que incluye la investigación del tema de estudio, recolección de la información y la ejecución del trabajo en campo.

Para el desarrollo del trabajo en campo será necesario el uso de un aplicativo móvil, para este caso ya se cuenta con el permiso de la empresa Roadroid que nos permite utilizar su aplicación de forma gratuita.

Para la segunda parte se usarán dispositivos electrónicos, una cámara compacta GoPro EKKO X2 y una cámara profesional Sony Alpha 3500, para este caso ya se tiene a disposición estos equipos.

Finalmente, para el traslado de los investigadores a la avenida defensores del morro se tiene a disposición una automóvil de uso particular.

1.6 Limitaciones

Debido a la aparición de la enfermedad infecciosa COVID-19 causada por el CORONAVIRUS el mundo entró en un estado de emergencia. El 5 de marzo del 2020 se confirmó el primer caso de COVID-19 en el Perú creándose una situación incierta, 10 días después el presidente Martín Vizcarra Cornejo anunció el inicio del estado de emergencia incluyendo la suspensión de clases en universidades, colegios, institutos, etc.



Figura 2: Sala situacional del COVID-19 hasta el 24 de junio.

Fuente: Ministerio de Salud (2020)

Ante esta situación se vieron comprendidas las fechas del desarrollo del taller tesis, la universidad suspendió las clases presenciales durante todo el año. También se imposibilitó el análisis de la vía, debiendo esperar 4 meses para que las restricciones vehiculares queden sin efecto y se pueda salir a realizar el estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Chávez Mendieta A & Pañarreta Tello L, (2019). En su trabajo de titulación determino la Correlación entre el PCI (Índice de condición del Pavimento) y el IRI (Índice de Rugosidad Internacional) en el sector de la Av. Loja ubicada en la ciudad de Cuenca – Ecuador, su estudio tiene como base el análisis de 86 secciones de 50 metros. El autor llego a determinar que respecto al PCI, el 45% y 35% de las secciones analizadas tienen un estado excelente y el 11% y 9% restante tienen un estado aceptable y malo, respecto al IRI dio un resultado de 4.8 m/km el cual lo clasifica como un pavimento en pésimas condiciones de servicio, estropeado y deteriorado, dando una correlación entre PCI y eIRI de -0.79 el cual significa que tienen una relación lineal inversa alta, es decir que el PCI incide directamente en la textura del pavimento rígido. El signo negativo en el resultado quiere decir que mientras el PCI incrementa el eIRI disminuye y esto se encuentra descrito por la Ecuación $PCI = -13.325(eIRI) + 156.35$, concluyendo que utilizar el Roadroid para calcular el eIRI y de esta manera poder encontrar el Índice de condición del Pavimento (PCI).

Pérez Madrigal D, (2012). En su trabajo de Tesis Profesional donde evalúa el Índice Internacional de Irregularidad (IRI) y el Índice de Perfil (IP), donde pretende evaluar y visualizar los aspectos que inciden en la textura superficial de un pavimento y agilizar las técnicas para controlar la regularidad superficial. Indica que para determinar la rugosidad es necesario el estudio del IRI, mediante un equipo de Mays Meter a 80km/h, sin embargo, si es para trabajos de conservación y el tramo a analizar no se puede alcanzar esta velocidad se recomienda realizar los estudios de Índice de Perfil (IP) que podemos encontrarlo mediante un Perfilógrafo Tipo California.

Sierra Diaz C & Rivas Quintero A, (2016). En su trabajo de Grado de Título Profesional donde realiza un diagnóstico para la conservación y mantenimiento de diferentes tramos, mediante metodologías de conservación, mantenimiento VIZIR (francés) y PCI (americano) en la estructura de un

pavimento, para estudio se realizó una inspección visual anotando y reportando los daños observados y anotados en cada formato de metodología, mediante el comparativo de estos tipos de mantenimiento se pudo determinar el estado del pavimento flexible con la información obtenida se podrá observar las ventajas y desventajas de cada metodología usada, las cuales nos arrojará formulas y tablas que servirán para determinar la condición de la vía estudiada.

Pachay Parrales I, (2017). En su trabajo de Grado de Título Profesional donde realiza una investigación enfocada en evaluar las fallas que influyen en el deterioro de un pavimento flexible mediante el método de Índice de Condición del Pavimento (PCI), su objetivo es determinar el estado actual de dicha vía y poder mejorar la condiciones de serviciabilidad del pavimento flexible mediante una inspección visual de manera detallada del pavimento, para ello la norma ASTM D6433 indica los tipos de deterioros que se tienen que analizar por metro cuadrado y las causas por las cuales están en esa condición y también mencionan el nivel de severidad que puedan tener el pavimento analizado el cual se dividen en bajo, medio y alto, describiéndolo al nivel bajo como una estructura sin fisuras saltadas o hundidas superficialmente, el nivel medio se describe como una estructura con fisuras que están ligeramente saltadas, por último el nivel de severidad alto se observa una estructura con grietas saltadas, el autor concluye que la vía analizada en Ecuador con base a la norma ASTM presento diferentes tipos de deterioros con partes de la vía con severidades altas y otras bajas con sus diferentes tipos de fallas por lo que logro encontrar la condición final del pavimento flexible el cual fue un estadio en clasificación Muy Malo, para poder en un futuro evitar más propagación de fallas y mejorar su nivel de serviciabilidad hacia la población de dicho sector.

Than Binh H, (2017). En su trabajo de Doctorado en Vietnam titulado “Investigación de Aplicaciones de Teléfono Inteligente en Gestión de Mantenimiento de Caminos Locales en el Engranaje de la Provincia de Bac Giang”, en su investigación el busca mejorar la gestión y mantenimiento de las redes viales en Bac Giang a través de aplicativos para teléfonos móviles, donde su objetivo va enfocado en simplificar trabajos para minorar los recursos de mano de obra, ser más rápido su operación y disminuir su costo y ahorrar los recursos de la capital para la gestión de transporte público, para ello y poder

tener confianza hacia los resultados obtenidos mediante el aplicativo Roadroid se basó a los antecedentes de otras personas que usaron dichos dispositivos como en Suecia, Nueva Zelanda, China Brasil y entre otros haciendo este método confiable, el autor identifico los tipos de grietas y daños en el pavimento para de esa forma poder encontrar su índice de Rugosidad Internacional de manera visual y con herramientas como lápiz, papel y cámara fotográfica, a este método se conoce como Medición Indirecta, la otra forma para el cual el autor analizara el pavimento es por el Método de Medición Directa para el cual usara el aplicativo Roadroid, en su conclusión el autor destaca el uso de usar un aplicativo en un teléfono móvil el cual beneficia en ahorro de dinero, menos tiempo, menos mano de obra para el cual el Roadroid analiza el pavimento con exactitud hasta un cierto punto puesto que se necesita poder realizar una precisión y calibración al móvil por el cual es pudo obtener resultados exactos y confiables.

Gutiérrez Quispe G, (2018). En su proyecto de grado donde comparo los resultados del Índice de Rugosidad Internacional obtenidos por el Roadroid y el método tradicional, concluyendo que la similitud entre ambos métodos fue de 95.26 % dando una correlación directa entre el eIRI (Roadroid) y el IRI (mira y nivel) , a la vez se menciona que el Roadroid rendimiento alto y un costo a comparación del método tradicional, el tesista recomienda el uso de Roadroid para la evaluación de pavimentos con pendientes alteradas y tramos largos por otro lado este aplicativo trabaja muy bien en zonas de altura puesto que no presento problemas en la ciudad de Cala Cala donde estaban a 3760 msnm a la vez recomienda mantener una velocidad de 80 km/h y evitar cualquier sonido dentro del vehículo a usar en la evaluación, por otro lado recomienda el uso del Roadroid a entidades públicas y privadas para agilizar el mantenimiento de las vías públicas, debido a su bajo costo y su alto rendimiento.

Putra, Donny & Suprpto, Mamok. (2018). En su investigación donde realiza una evaluación visual para determinar el Índice de Condición del Pavimento y para determinar el Índice de Rugosidad Internacional usaron la aplicación Roadroid, por lo que indican que la evaluación visual se debe correlacionar con el método de evaluación haciendo el uso de herramientas, mediante los resultados donde el PCI indica que el pavimento evaluado está en

una muy buena condición mientras el IRI del Roadroid indica que su condición es media por lo que el PCI e IRI Roadroid tienen una correlación negativa resultado un $r=-0.23$ es decir tienen una relación inversa esto es ocasionado por la evaluación del pavimento en donde el IRI y PCI tienen la misma finalidad de evaluación pero usan métodos diferentes es por ello su relación inversa es por ello que si el valor del PCI aumenta el valor del IRI disminuye y como recomendación ellos indican mantener una velocidad de 20 a 60 km/h para evaluar el IRI por medio del Roadroid.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Chevarria Begazo J, (2019). En su proyecto de tesis donde determina una correlación entre el IRI (Índice de Rugosidad Internacional) y el IC (Índice del Inventario de Condición), este último pertenece al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, mediante esta correlación el autor busco evaluar su nivel de comparabilidad e intercambiabilidad, también busco encontrar los posibles beneficios en la gestión y el mantenimiento de las vías pavimentadas y no pavimentadas, siendo su objetivo principal el determinar cuán fuerte es la correlación entre sus resultados. Para encontrar el IRI se usó el Perfilómetro Roadroid que viene a ser un aplicativo para Android que busca monitorear el estado del pavimento por medio de un Teléfono Inteligente. Para el caso del IC usaron una filmadora para poder observar el estado y la condición de una vía pavimentada y no pavimentada. Todo esto lo realizaron en 3 vías Pavimentadas y 2 vías no pavimentadas las cuales se ubicaban en Ica y Cusco. Encontraron 2 coeficientes de correlación débil iguales a $r=0.2-0.4$ las cuales llegaron a rechazar su hipótesis puesto que la correlación no era muy fuerte por el cual recomendaron revisar la fórmula del IC o la revisión del estudio práctico mediante el Roadroid. Para su evaluación de IRI e IC tomaron 30 secciones con una longitud de 200 m y 500 m. Concluyeron que en vías pavimentadas planas y rectas su correlación es débil siendo un $r=-0.429$ y en vías no pavimentadas su $r=-0.274$ y $r=-0.316$ cabe resaltar que una correlación fuerte viene a ser tiene que tener un $r=0.6 - 0.8$. Esta correlación no se aplica en vías pavimentadas donde el daño sea bajo y tenga reparaciones abundantes.

Ramírez Castro B, (2017). En su proyecto de tesis donde determina el IRI por medio de un aplicativo de Smartphone en el Tramo de Huarney,

mediante su investigación el autor tiene como objetivo comparar los resultados del IRI obtenidos por un Perfilómetro Láser y el Software Roadroid. Mediante el Roadroid llegan a obtener un eIRI= 1.51 m/km y un cIRI= 1.2 m/km en la calzada izquierda y para la derecha un eIRI= 1.43 m/km y un cIRI= 1.36 m/km y mediante el Perfilómetro Laser se obtuvo un IRI= 1.11 m/km para la izquierda y un IRI= 1.16 m/km para la derecha. Se concluyó que ambas calzadas analizadas tienen un IRI casi similar. Se recomienda que para analizar el IRI mediante el Roadroid se debe mantener una velocidad en el auto de 75 a 90 Km/h puesto que el IRI Estimado (eIRI) y el IRI Calculado (cIRI) se correlacionan. Cabe mencionar que a la hora escoger entre el eIRI y el cIRI se recomienda tomar los datos obtenidos por el cIRI ya que es más exacto y comparado con el perfilómetro este excede en un 8.1% para la calzada izquierda mientras que para la calzada derecha excede en un 17.24% que sería una diferencia no considerable como máximo 2 m/km, por lo que un IRI de 1 y 2 m/km no es apreciable para un conductor que transita en un vehículo.

Almenara Cueto C, (2015). En su proyecto de tesis donde busca encontrar el IRI por medio del aplicativo Roadroid quien busca para disminuir los costos hasta en un 80% para cada muestra a realizar, contando con ventajas como el no requerir mantenimiento y disminuir en el tiempo. El autor realizó 3 ensayos en Lima: Encontrar el IRI en la vía expresa por medio del Roadroid y comparar los resultados del IRI estimado y calculado encontrados en el Software, también se evaluó la influencia de la velocidad del carro a la hora de realizar el muestreo. Concluye que en lo económico el Roadroid con respecto a equipos con Perfilómetro Láser llega a ser 82.3 % ahorrativo, el IRI obtenido en la vía expresa fue menor al límite establecido por la norma peruana CE.010 que es 2.5 m/km, el valor del IRI calculado y estimado no es mayor a un 2% puesto que el cIRI=1.90 m/km y un eIRI=1.93 m/km encontrando una correlación de 0.41, por otro lado, también concluyó que la velocidad influyó mucho a la hora de realizar el muestreo puesto que la correlación entre muestras fue menor a 0.17.

Allende García F, (2017). En su proyecto de tesis donde busca realizar una evaluación comparativa entre 4 vías diferentes en la ciudad de Cusco, primero analizó el Índice de Condición del Pavimentó y luego el Índice de

Rugosidad Internacional, luego se procesaron los resultados para poder encontrar su grado de serviciabilidad de las 4 vías en dicha región. Llego a la conclusión de su investigación donde menciona que el IRI y PCI varían numéricamente puesto que el IRI es mucho menor que el PCI los cuales son mayores, en una de las vías analizadas la cual fue Shapi – Saqsaywaman donde el PCI tiene una condición de muy malo con un valor igual a 23.50, en cambio el IRI arroja una rugosidad muy buena con un valor de 2.72, por lo cual concluyen que no existe una relación numérica entre ambos Índices, a la vez indican que en tema de costo para su análisis el IRI es mucho mayor que el PCI, pero en lo que respecta a tiempo el PCI es 3 veces mayor respecto al IRI por el cual se recomienda hacer el análisis del PCI para tramos cortos por motivos de tiempo y costos, por otro lado el PCI tiene valores conservadores ya que analiza los tipos de fallas y se clasifica con respecto a su serviciabilidad mientras que el IRI solo analiza la homogeneidad del pavimento y no determina las otras fallas de la vía evaluada.

Latorre Gamboa F, (2018). En su trabajo de titulación donde busca evaluar la superficie del pavimento en Chiclayo el cual tuvo como objetivo el mejorar la calidad y determinar el estado del pavimento para ello uso la aplicación Roadroid mediante un smartphone. Concluyendo que más del 60% de las avenidas en Chiclayo están en estado malo por motivo de un diseño, ejecución, clima y por falta de mantenimiento el cual provocan una transitabilidad mala, dando un IRI promedio de 10.51 m/km superando los 2.5 m/km que tiene establecido la normal peruana para el caso de avenidas recomendando un mantenimiento urgente en las avenidas de la ciudad de Chiclayo para así poder cumplir con los parámetros de calidad.

López Huaynate J, (2019). En su trabajo de titulación donde busca comparar los resultados del Índice de Rugosidad Internacional encontramos mediante los equipos de Rooga de clase 3 y Roadroid de clase 2 y 3, de esta forma poder demostrar si el aplicativo Roadroid puede ser usado de forma confiable en nuestro país y es por ello que se compara con el Rooga el cual brinda resultados de forma rápida y confiable, su tramo a evaluar fue de 22 km en Chupaca y para obtener mayor confiabilidad en los resultados se optó a usar los equipos de mira y nivel, concluyendo que se tuvieron que eliminar tramos

donde se encontraban rompe muelles obteniendo un IRI para el caso de un equipo mira y nivel de 3.82 m/km y para el Rooga un IRI igual a 2.57 m/km y para el caso del Roadroid un IRI igual a 1.43 m/km logrando concluir que el Roadroid con el Rooga entregan resultados muy parecidos por el cual su grado de confiabilidad es buena.

Vidal Asencios, (2016). En su trabajo de titulación donde busca evaluar el estado del pavimento en la ciudad de Huánuco y Tingo María para ello solo determinaron el Índice de Rugosidad Internacional usando el aplicativo Roadroid y el equipo de Mira – Nivel para poder determinar la confiabilidad de los resultados obtenidos, concluyendo que en la ciudad de Huánuco el IRI es 5.96 el cual es elevado por motivo del clima debido a las lluvias consecuentes, para ello se comparó los resultado del IRI obtenidos mediante el Roadroid y el equipo de Mira – Nivel proporcionando valores del IRI parecidos pero de una forma menos difícil puesto que el Roadroid su proceso es rápido a comparación del otro, también observaron que el cIRI y el eIRI presentan valores mucho más parecidos cuando se transita a una velocidad mayor o igual que 67 km/h y mientras el IRI de la carretera a evaluar es mayor el cIRI y el eIRI difieren.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Carreteras

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG, 2018) se define una carretera como un camino para el tránsito de automóviles motorizados que cuenten por lo menos con dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura, etc. Cumplan con las normas técnicas vigentes.

2.2.1.1 Clasificación de Carreteras

En la actualidad según las nuevas normas del DG (2018) de carreteras, se deben clasificar según dos criterios:

a) Clasificación por demanda

➤ Autopistas de Primera Clase

Son carreteras de superficie de rodadura pavimentada con un IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, tienen calzadas fraccionadas

por medio de un separador central de longitud mínima de 6.00 m; cada calzada cuenta con dos o más carriles de ancho mínimo de 3.60m, con un control completo de ingresos y salidas que brindan a los vehículos flujos contantes de tránsito, sin ningún tipo de cruce o paso a nivel con cruces peatonales en zonas de tránsito urbano. (DG, 2018)

➤ **Autopistas de Segunda Clase**

Son carreteras de superficie de rodadura pavimentada con un IMDA entre a 6000 y 4001 veh/día, tienen calzadas fraccionadas por medio de un separador central cuya medida varía de 6.00m hasta 1.00m; cada calzada cuenta con dos o más carriles de ancho mínimo de 3.60m, con una medida de control parcial de ingresos y salidas que brindan a los vehículos flujos contantes de tránsito, de darse el caso pueden tener algunos cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas de tránsito urbano. (DG, 2018)

➤ **Carreteras de primera clase**

Son carreteras de superficie de rodadura pavimentada con un IMDA entre a 4000 y 2001 veh/día, cuentan con una calzada de dos carriles de ancho mínimo de 3.60m, de darse el caso pueden tener algunos cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas de tránsito urbano se recomienda la construcción de puentes peatonales. (DG, 2018)

➤ **Carreteras de segunda clase**

Son carreteras de superficie de rodadura pavimentada con un IMDA entre a 2000 y 400 veh/día, cuentan con una calzada de dos carriles de ancho mínimo de 3.30m, de darse el caso pueden tener algunos cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas de tránsito urbano se recomienda la construcción de puentes peatonales. (DG, 2018)

➤ **Carretera de tercera clase**

Son carreteras con un IMDA menor a 400 veh/día, cuentan con una calzada de dos carriles de ancho mínimo de 3.00m, En algunos casos estas carreteras podrán llegar a tener carriles hasta un máximo de 2.50m, habiendo un sustento técnico previo. (Manual de carreteras: diseño geométrico, 2018)

Estas vías pueden llegar a tener una conformación con soluciones básicas, estabilizadores consistentes de suelos, emulsiones asfálticas o micro pavimentos. También se puede emplear el afirmado para la superficie de rodadura. Para el caso de vías pavimentadas, tendrán que cumplir con las

condiciones geométricas propuestas para las carreteras de segunda clase. (DG, 2018)

➤ **Trochas Carrozables**

Estas vías transitables de superficie afirmada o sin afirmar, no llegan a tener las propiedades geométricas de una carretera, normalmente tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben de cumplir con un ancho mínimo de 4.00m, para este caso se deberá construir plazoletas de cruce cada 500m. (DG, 2018)

b) Clasificación por orografía

➤ **Terreno plano (Tipo 1)**

El eje de esta vía tiene pendientes transversales, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales generalmente son menores de 3% el movimiento de tierras requiere mínimos trabajos, de esta manera no presenta ningún tipo de dificultad en su trazo. (DG, 2018)

➤ **Terreno ondulado (Tipo 2)**

El eje de esta vía tiene pendientes transversales entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se ubican entre un rango de 3% y 6%, el movimiento de tierras requiere poca intervención de maquinaria pesada, facilitando alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin presentar ninguna dificultad para el trazo. (DG, 2018)

➤ **Terreno accidentado (Tipo 3)**

El eje de esta vía tiene pendientes transversales entre 51% y 100% y sus pendientes longitudinales se ubican entre un rango de 6% y 8%, el movimiento de tierras requiere intervención parcial de maquinaria pesada, por esta razón se dificulta el trazo. (DG, 2018)

➤ **Terreno escarpado (Tipo 4)**

El eje de esta vía tiene pendientes superiores al 100% y sus pendientes longitudinales son mayores al 8%, se debe usar en su totalidad el movimiento de tierras con intervención total de maquinaria pesada, por esta razón el trazo presenta grandes dificultades. (DG, 2018)

2.2.2 Pavimentos

Se da a entender que los pavimentos empleados para las carreteras y vías urbanas son estructuras viales de múltiples capas, dicho de otra forma, están elaborados por un conglomerado de capas compuestas por materiales

adecuados, los cuales van sobrepuestos de forma horizontal en la superficie. (Rondón & Reyes, 2015)

Estas estructuras cuentan con un diseño que les permite resistir las diversas cargas ejercidas por el alto tráfico de vehículos y las diversas condiciones ambientales desfavorables. De esta manera, durante el periodo de vida útil todos los pavimentos deben de conservarse con el propósito de ofrecer a los usuarios una transitabilidad segura y confortable. (Rondón & Reyes, 2015)

Los pavimentos se apoyan sobre una subrasante natural, esta puede ser de naturaleza mejorada, estabilizada o un terraplén, se le denomina capa de conformación. (Rondón & Reyes, 2015)



Figura 3: Principales funciones que cumple la estructura del pavimento

Fuente: Menéndez, 2012

2.2.2.1 Clasificación de los Pavimentos

Rondón & Reyes (2015) De manera general consideran las siguientes familias de pavimentos:

➤ Pavimentos flexibles

Se puede llegar a definir la estructura del pavimento de tipo flexible como un sistema vial constituido por una capa asfáltica la cual se sostiene sobre capas que están formadas por materiales de menor rigidez, estas capas granulares pueden ser no tratados o ligados. Por ejemplo, base, subbase,

afirmado y subrasante mejorada. Así mismo estas se apoyan encima del terreno natural. (Rondón & Reyes, 2015)



Figura 4: Sección típica de un pavimento flexible

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

La capa asfáltica de un pavimento flexible está constituida por la carpeta de rodadura, la base intermedia y la base asfáltica; no obstante, esta capa tiene la posibilidad de estar conformada solamente por la capa de rodadura cuando el nivel de tráfico tiende a descender. (Rondón & Reyes, 2015)

Todos los esfuerzos que las cargas de tránsito vehicular pesado y liviano que se generan se disipan por medio de cada una de estas capas de manera que al alcanzar la subrasante, la capacidad mecánica de la composición del suelo debe soportar la magnitud de los esfuerzos sin llegar a presentar deformaciones que alteren el estado de conservación inicial de la carretera. (Rondón & Reyes, 2015)

Del mismo, cada capa que conforma la estructura del pavimento debe de tener la capacidad de soportar los cambios bruscos de temperatura. (Rondón & Reyes, 2015)

Tabla 3: Funciones de la capa asfáltica

Estructural	Funcional	Impermeabilización
Soportar sin dificultad los esfuerzos de fatiga y la acumulación de las deformaciones ocasionadas por las cargas vehiculares continuas.	Resistir las cargas que se generan en la superficie del pavimento para facilitar a los usuarios una transitabilidad segura y cómoda durante el tiempo de servicio.	Impedir la penetración del agua a las capas subyacentes del pavimento para evitar que aumente el grado de saturación de los materiales que los componen.

Fuente (Rondón & Reyes, 2015)

Todas las capas que forman la carpeta asfáltica están elaboradas en su totalidad por mezclas asfálticas, estas están compuestas por materiales granulares o agregados pétreos, ligados por materiales asfálticos o simplemente asfalto. (Rondón & Reyes, 2015)

Estos tipos de mezclas están formados por agregados pétreos con granulometría y muy requisitos de calidad diversos. De tal modo que diversifican su función en la estructura del pavimento y al tipo de material asfáltico o ligante que se utiliza. (Rondón & Reyes, 2015)

De acuerdo con la Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia (ASOPAC, 2004). La gran mayoría de vías que se proyectan y construyen en todo el mundo son de tipo flexible o en su defecto cuentan con superficies de rodadura elaboradas con material asfáltico. Ellos nos indican que más del 90% de las carreteras en el mundo están construidas en base al pavimento asfáltico.

➤ Pavimentos rígidos

La composición de este tipo de pavimento tiene una capa formada por una losa de concreto de 0.18m a 0.30m de espesor (h), la cual se apoya sobre una capa granular de 0.15m (h_p) no tratada o estabilizada con cementantes

hidráulicos. A su vez ambas capas se apoyan sobre el material de conformación (h_{mc}). (Rondón & Reyes, 2015)

La función principal de esta losa es de carácter estructural, esta disipa los esfuerzos a la subrasante en valores mínimos a diferencia de los pavimentos flexibles y las reparte en una mayor área. (Rondón & Reyes, 2015)

Otra función que cumple la losa es la de facilitar una superficie de rodadura confortable y segura; a su vez sirve como un impermeabilizante de las capas que se encuentran debajo de ella. (Rondón & Reyes, 2015)

Debido al alto valor numérico del módulo elástico del concreto todos los esfuerzos generados por las cargas de tráfico ligero y pesado son directamente soportados en flexión por la losa de concreto, los esfuerzos de compresión se dividen en un área extensa y se disipan en el suelo porque son de magnitud leve. (Rondón & Reyes, 2015)

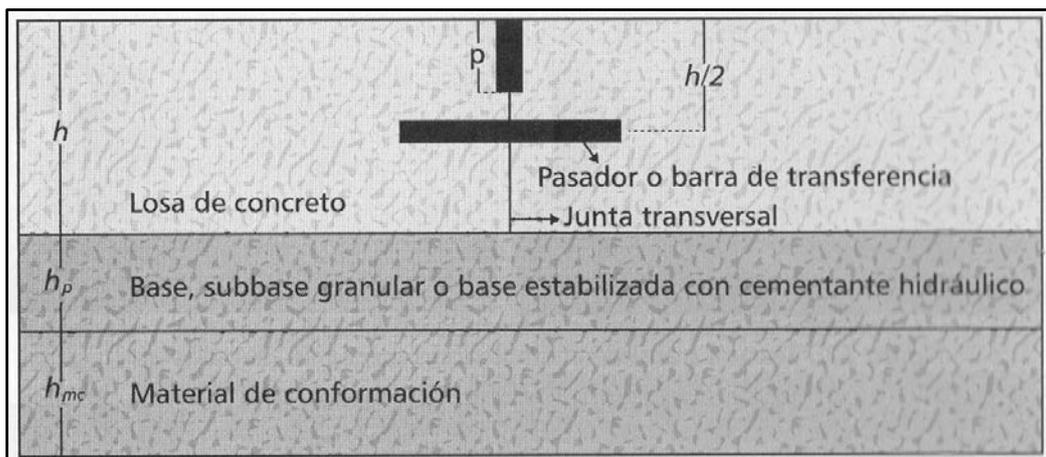


Figura 5: Sección típica de un pavimento rígido

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

➤ Pavimentos con capas tratadas con ligantes hidráulicos

Estos se encuentran compuestos por una capa de rodadura asfáltica la cual se coloca encima de un soporte de materiales elaborados en base a ligantes hidráulicos en una capa, para el caso de base y subbase. Debido a la rigidez de los materiales elaborados en base a ligantes hidráulicos, todos los esfuerzos verticales transferidos al apoyo del pavimento son leves. (Rondón & Reyes, 2015)

Por el contrario, los esfuerzos en tracción generados por fatiga de carga que deben mantener todas las capas ligadas con cementantes hidráulicos son elevados y son pieza clave para el diseño del espesor de la estructura del pavimento. (Rondón & Reyes, 2015)

Las capas elaboradas con materiales hidráulicos, se encuentran sujetas a las retracciones del fraguado de los materiales. Esto nos da a entender que las fisuras aparecen en dirección transversal al material. Lo que sucede normalmente es que estas son individuales desde el momento en que aparecen, pero pasado un tiempo se ramifican a causa de la circulación del tráfico. (Rondón & Reyes, 2015)

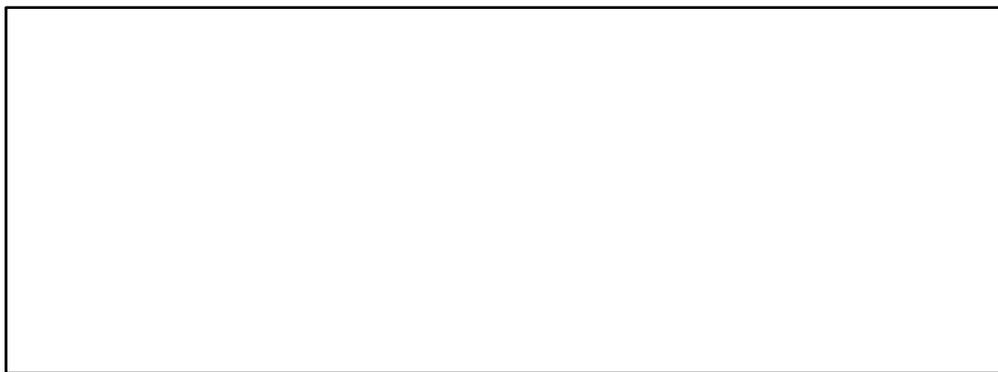


Figura 6: Sección típica de un pavimento con capas tratadas

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

➤ **Pavimentos con estructuras mixtas**

La estructura de este tipo de pavimentos está conformada por una capa asfáltica, la cual se compone por una capa de rodadura y una base asfáltica, estos materiales se sobreponen a una capa granular tratada o ligada con materiales hidráulicos. (Rondón & Reyes, 2015)

En los pavimentos con estructuras mixtas el espesor de capa asfáltica es igual al espesor de la capa tratada con cementantes hidráulicos con el propósito de mejorar la estructura del espesor de la capa asfáltica para evitar que las fisuras, que aparecen por retracción lleguen a la superficie. (Rondón & Reyes, 2015)

La función de la capa de materiales tratados con ligantes hidráulicos es servir de subbase, pero su principal función es disipar todos los esfuerzos verticales que se transfieren al suelo de la subrasante. Esta capa tiene la propiedad de asegurar que las deformaciones de la carpeta asfáltica sean leves. (Rondón & Reyes, 2015)

Las capas asfálticas de gravas bituminosas facilitan la buena regularidad del pavimento, detienen la aparición de fisuras transversales en la superficie durante el periodo de retracción por fraguado. (Rondón & Reyes, 2015)

En la primera fase del funcionamiento de la estructura del pavimento, las capas se encuentran ligadas y la capa tratada con ligante hidráulico se encuentra sometida a esfuerzos de fatiga ocasionados por las cargas de flexión. Los movimientos de dilatación diferencial causan entre la grava bituminosa y la grava tratada con ligantes hidráulicos que se quiebre la adherencia de estas dos capas en algunas zonas del pavimento. Esto ocasiona el aumento de la magnitud de los esfuerzos de tracción sobre la capa de grava bituminosa que genera como resultado una falla total de la estructura por los esfuerzos de fatiga. (Rondón & Reyes, 2015)

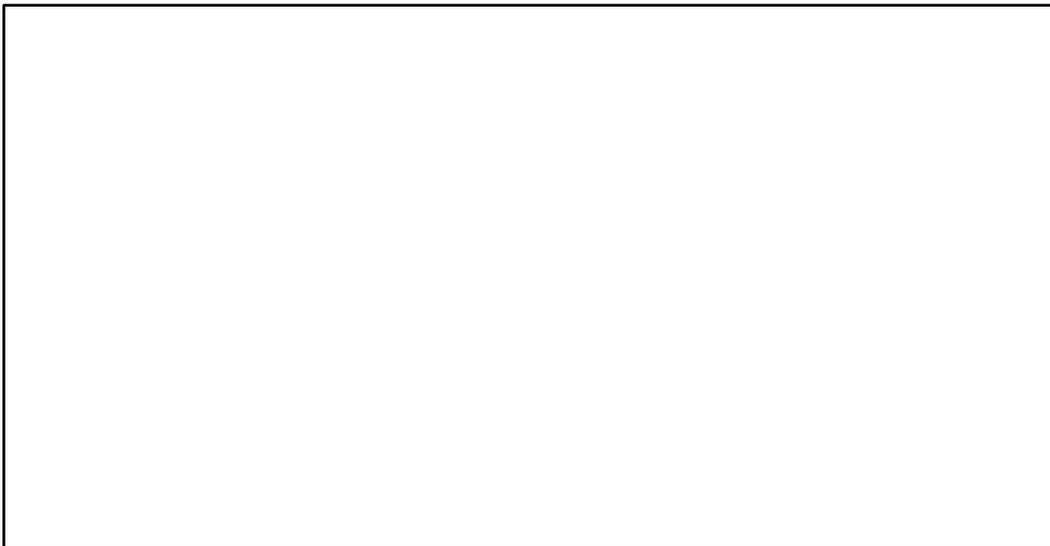


Figura 7: Sección típica de un pavimento con estructura mixta

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

➤ Pavimentos semirrígidos

Este tipo de estructuras están formadas por una capa asfáltica que se coloca encima de una capa elaborada con materiales estabilizados con cementantes hidráulicos, estos a su vez se apoyan encima de capas granulares no tratadas de subbase y subrasante mejorada o natural. (Rondón & Reyes, 2015)



Figura 8: Sección típica de un pavimento de estructura semirrígida.

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

➤ Pavimentos con estructuras inversas

La estructura de este tipo de pavimentos es muy semejante a la estructura mixta. La diferencia se encuentra en la capa asfáltica, esta se separa de la capa tratada con ligantes hidráulicos por medio de una capa granular cuyo espesor es de 0.12 m. (Rondón & Reyes, 2015)

Esta estructura es de uso reciente, la capa granular tratada con ligantes hidráulicos tiene como objetivo disminuir los esfuerzos que se generan en el suelo de la subrasante y suministren a las capas de la parte superior un soporte de deformabilidad leve. (Rondón & Reyes, 2015)

La capa granular no tratada, es deformable en dirección horizontal, su objetivo es evitar la dispersión de las fisuras de la capa de materiales tratados con ligantes hidráulicos hacia cualquier parte de la capa asfáltica. El revestimiento en materiales asfálticos tiene como función asegurar la continuidad y la impermeabilidad de la estructura de este tipo de pavimento. (Rondón & Reyes, 2015)

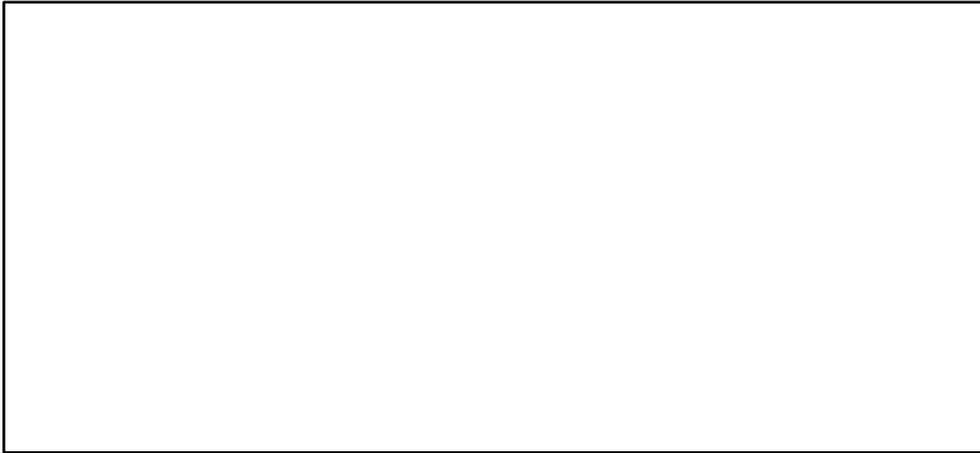


Figura 9: Sección típica de un pavimento con estructura inversa

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

➤ **Pavimentos con capas asfálticas gruesas**

La estructura de este tipo de pavimento está compuesta por una superficie de rodadura asfáltica, debajo se colocan materiales elaborados a base de ligantes asfálticos (capa asfáltica gruesa). Dependiendo del tipo de subrasante esta capa asfáltica gruesa se coloca encima de una subrasante mejorada, una capa de conformación, hay casos en los que se coloca directamente sobre el terreno natural. (Rondón & Reyes, 2015)

La rigidez y la resistencia a la tensión de las capas que son construidas a base de materiales asfálticos posibilitan que todos los esfuerzos de forma vertical se disipen de manera horizontal. Las cargas rodantes generan esfuerzos inducidos los cuales producen una gran magnitud de esfuerzos de flexo-tensión en la fibra inferior de las capas asfálticas. (Rondón & Reyes, 2015)

Los esfuerzos que aparecen en el suelo de subrasante normalmente son mínimos, de esta manera se evita la aparición de algún tipo de deformación constante en la superficie antes que se produzca la rotura de las capas asfálticas generado por los esfuerzos de fatiga. (Rondón & Reyes, 2015)

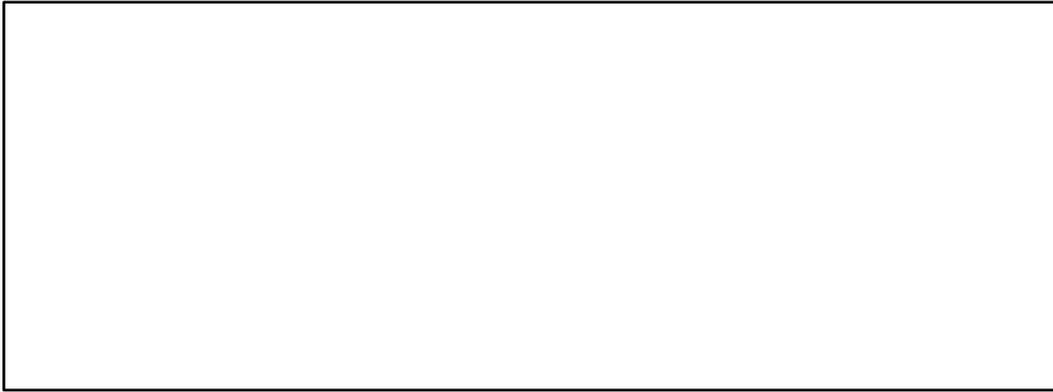


Figura 10: Sección típica de un pavimento con capa asfáltica gruesa.

Fuente: Rondón & Reyes, 2015.

➤ Pavimentos articulados

Para este tipo de estructura su conformación es de elementos individuales superficiales rígidos prefabricados que reciben el nombre de adoquines, se enlazan entre sí por medio de un material sellante. Para conservar los adoquines y el sello se tiene a disposición una capa de arena de 0.03 m a 0.05 m de espesor. La plataforma de la capa de arena y adoquines es del mismo material de las capas asfálticas de pavimentos flexibles y semirrígidos. (Rondón & Reyes, 2015)

2.2.3 Evaluación del Pavimento

Se define la evaluación de una vía pavimentada como un procedimiento que requiere medir las condiciones funcionales para llegar a determinar el estado actual de servicio. Las evaluaciones superficiales determinan la funcionalidad superficial; para ello, se deben de identificar las fallas superficiales existentes en el pavimento. (Coripuna & Huanacchiri, 2019)

Es necesario tener conocimiento del estado de condición que presenta un pavimento a lo largo de su vida útil. Este tema es de suma importancia para los organismos encargados de la evaluación y mantenimiento del SINAC, en el Perú estos organismos son Provías Nacional y las Municipalidades Distritales respectivamente.

Menéndez (2012) menciona que, “la evaluación apropiada del estado de un pavimento proporciona información verídica de la condición de servicio en la que se encuentra una vía asfaltada”.

Se entiende que la evaluación inicial es la parte más importante de la investigación del estado de condición de los pavimentos antes que comience su proceso de operación, ya sea como un pavimento nuevo o después de haber pasado por procesos de rehabilitación.

Menéndez (2012) menciona tres tipos de evaluación en carreteras pavimentadas:



Figura 11: Proceso de evaluación de una vía pavimentada

Fuente: Elaborado por los autores.

2.2.3.1 Evaluación Inicial

Menéndez (2012) indica las bases teóricas que se deben proporcionar:

- Información completa de la geología de la zona, esta comprende desde la cobertura vegetal y topografía hasta los lugares de alto riesgo para la carretera.
- Estudios de la situación del clima, la intensidad de la precipitación pluvial y la repartición anual de las temperaturas y su cambio de acuerdo a cada estación del año.
- Datos históricos del pavimento, el expediente técnico del pavimento donde se especifica el tipo, número y espesores de las capas que lo conforman, las características de los materiales de la subrasante, espesores de capas y el sistema de drenaje.

2.2.3.2 Evaluación de seguimiento

Después de realizar la evaluación inicial del pavimento, se procede a ejecutar el programa de evaluaciones periódicas, estos consisten en un proceso de seguimiento de la forma en la que cambian las condiciones del pavimento a lo largo del tiempo de vida útil. (Menéndez, 2012)

Para este tipo de evaluación es necesario utilizar los procesos de reunión de datos que nos faciliten entender la evaluación de indicadores que exponen el comportamiento de la vía en función al tiempo. Principalmente las características superficiales como las fallas, rugosidad y resistencia a la fricción. (Menéndez, 2012)

2.2.3.3 Evaluación puntual

Para este tipo de evaluación primordialmente se debe definir el problema principal, sabiendo la condición real del estado del deterioro del pavimento se podrán hallar todas las causas que han generado estos deterioros, de esta manera se podrá elegir el tipo de mantenimiento necesario para la vía. (Menéndez, 2012)

Esta evaluación se ejecutará en los tramos de la vía en la que la evaluación regular pueda localizar indicios de fallas en la carretera. A su vez; cuando se pronostiquen alteraciones en el flujo de tránsito vehicular que necesiten intervención. (Menéndez, 2012)

2.2.4 Índices de la Condición Superficial

Los Índices de la condición superficial del pavimento se logra dividir en diferentes tipos, uno de ellos conocido como el Índice de la Condición del Pavimento (PCI) y el otro como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), ambos involucrados en la evaluación de la condición superficial del pavimento. (Shah, Jain & Tiwari, 2013)

2.2.5 Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index mencionada por sus siglas en Ingles), es una metodología completa que se concentra en evaluar y clasificar pavimentos los cuales pueden ser rígidos o flexibles. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) se inició gracias al Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos entre los años 1974 y 1976 con la finalidad de poder conseguir un proyecto de administración de la conservación de los diferentes tipos de pavimento ya sea flexibles y rígidos.

Mediante el método visual a la superficie del tramo a estudiar se puede obtener los tipos de deterioros, gravedad y la cantidad de fallas en dicho tramo,

siguiendo un desarrollo metodológico no difícil y sin la necesidad de usar herramientas especializadas, realizando la condición del pavimento.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) se representa de forma numérica que empieza desde un 0 hasta el número más alto que es 100, que son utilizados para mostrar la condición de un pavimento, en donde 0 viene a ser un pavimento fallado o en muy mal estado y el 100 es un pavimento excelente o en perfecto estado.

En la siguiente tabla se muestra los diferentes rangos de la Condición de un Pavimento las cuales vienen a ser 7 rangos. (Ramos, Sánchez & Bendezú, s.f).

Tabla 4: Rango de la Condición de un Pavimento

<i>RANGO</i>	<i>CLASIFICACIÓN</i>	<i>COLORES</i>
100 - 85	EXCELENTE	
85 - 70	MUY BUENO	
70 - 55	BUENO	
55 - 40	REGULAR	
40 - 25	MALO	
25 - 10	MUY MALO	
10 - 0	FALLADO	

Fuente: Ramos, Sánchez, Bendezú (s.f)

2.2.5.1 Norma ASTM D6433-11

El American Society for Testing and Materials o ASTM International califica al Índice de Condición del Pavimento (PCI) como un método que se enfoca en análisis y aplicación, lo titula como “Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos” con la denominación D6433 y después de esta le continua el año de la revisión o actualización de la norma “11”. Este método de trabajo busca clasificar el pavimento estudiado por medio de una inspección visual

respecto a los daños en la superficie se puede evaluar su incidencia sobre el pavimento. Esta norma tiene 2 metodologías diferentes, uno para el cálculo del PCI de un Pavimento de Concreto Asfáltico y el otro para el Cálculo de PCI Pavimento de Concreto de Cemento Portland. (American Society For Testing and Materials, 2011).

2.2.5.2 Fallas de Pavimento

Existen dos tipos de fallas las cuales se dividen en estructural y funcional:

- **Falla Estructural:** Son las que presentan un deterioro en la estructura del pavimento las cuales afectan a su comportamiento respecto a cargas externas.
- **Falla Funcional:** Este tipo de falla muestra la trabajabilidad del pavimento el cual hace que el pavimento no sea transitable, el cual tiene que ver su calidad de superficie y su estética.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) tiene 19 tipos de deterioros en el pavimento flexible mencionadas en la Norma ASTM D6433-11. (Robles Bustios, 2015).

Tabla 5: Resumen de Fallas con su respectivos Deterioros

Fallas Estructurales	Fallas Superficiales
Piel de Cocodrilo	Exudación
Agrietamiento en Bloque	Corrugación
Abultamiento y Hundimientos	Grieta de Borde
Depresión	Grieta de Reflexión de Junta
Huecos	Desnivel Carril/Berma
Ahuellamiento	Grietas Longitudinales y Transversales
Desplazamiento	Parcheo
Hinchamiento	Pulimiento de Agregados
	Cruce de Vía Férrea
	Grietas Parabólicas
	Desprendimiento de Agregados

Fuente: Robles Bustios (2015)

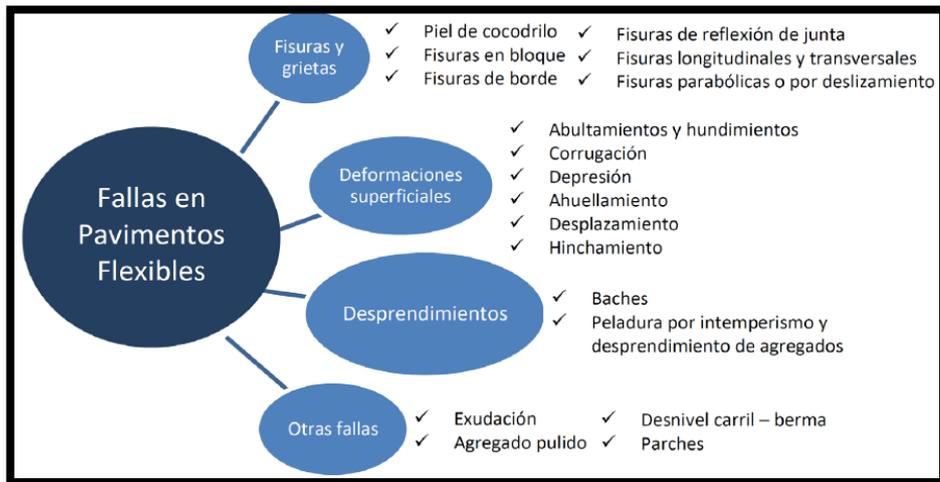


Figura 12: Resumen de Fallas en los Pavimentos Flexibles

Fuente: Rodríguez Velásquez (2009)

2.2.5.3 Calidad de Tránsito y Niveles de Severidad

Cuando se realiza una inspección visual de los daños producidos en un pavimento, el cual consiste en evaluar la calidad que tiene el pavimento al transitar en este la cual sirve para poder encontrar el nivel de severidad de los daños encontrados. Estos niveles se dividen en 3 grupos el cual mide el grado de severidad. (Vásquez, 2002)

- Baja o Low (L): Cuando se circula por la superficie del pavimento se puede notar vibraciones en el vehículo las cuales no consiguen que se reduzca la velocidad, pero si se siente un poco de incomodidad al transitar por el pavimento.
- Medio o Medium (M): Al circular por la superficie del pavimento presentan significativas vibraciones en el vehículo el cual requiere que se reduzca la velocidad para no poder sentir incomodidad.
- Alto o High (H): Al transitar por la superficie del pavimento se presentan excesivas vibraciones en el vehículo el cual ocasiona reducir la velocidad de forma considerable, originando una incomodidad alta y daño serio al vehículo.

2.2.5.4 Daños en Pavimentos Flexibles

A. Piel de Cocodrilo

Este tipo de daño en son una cadena de grietas enlazadas entre sí, donde el inicio es la falla por fatiga en la superficie asfaltada por la acción constante de la carga originada por el tránsito vehicular. Este agrietamiento tiene como origen el fondo de la capa asfáltica en donde los esfuerzos y deformaciones unitarias son mayores bajo la carga de un neumático. Al inicio estas grietas se reproducen en la superficie del pavimento como grietas longitudinales paralelas. Luego de que la capa de rodadura recibe constantes cargas de tránsito por las huellas de los neumáticos de los vehículos, estas grietas que se producen en la superficie del pavimento forman un polígono que se parece a una malla de corral de gallineros o a la piel de un cocodrilo donde el lado más grande no es mayor a 0.60 m. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 6: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p>Grietas finas del tamaño de un cabello que se forman de manera paralela con solo pocas o ninguna grieta interconectadas, estas grietas no están descascaradas es decir no hay rotura en la superficie donde se presenta la grieta.</p>	<p>Presenta un nivel de grieta menos fino que el anterior, se puede observar una red de grietas livianamente descascarado.</p>	<p>Presenta una red de grietas evolucionadas donde este sector está definido y en los extremos descascarados, en este nivel ya se observa partículas de la capa de rodadura que pueden moverse tras la circulación vehicular.</p>
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en metros cuadrados o pie cuadrados del área donde está la zona dañada. Para realizar la medida de este daño es preferible que si existen 2 o 3 niveles de severidad en el área analizada y si es que se puede medir o registrar por separado, sino el área estudiada debe calificarse con el nivel de severidad mayor. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 7: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción más que un sello superficial.	Se realiza un parchado parcial o el todo el interior. Se requiere una reconstrucción.	Se realiza un parchado parcial o el todo el interior. Se requiere una reconstrucción.

Fuente: Vásquez (2002)

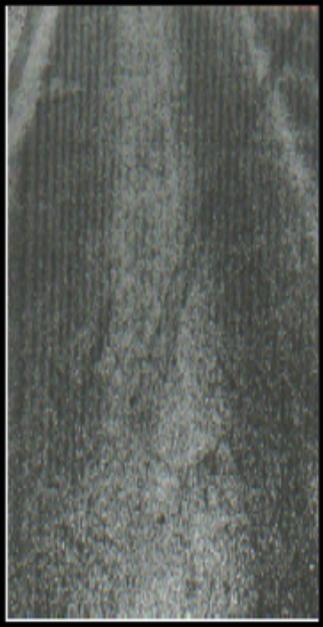
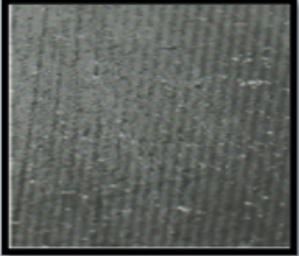
B. Exudación

Tiene una forma de cinta que tiene como componente un material bituminoso que se puede observar en la superficie del pavimento. Esta es originada por contener demasiado asfalto en la mezcla a la hora de asfaltar el pavimento, también por un exceso de sellante asfáltico.

Este tipo de falla ocurre cuando el asfalto llena de espacios vacíos cuando hay temperaturas altas y es ahí donde se expande en toda la superficie del pavimento. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 8: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p data-bbox="309 416 647 645">El asfalto no se adhiere a los neumáticos de los vehículos o a los zapatos de los transeúntes.</p> 	<p data-bbox="691 416 1013 696">El Asfalto se adhiere a los zapatos de los transeúntes y a los neumáticos de los vehículos por algunas semanas del año.</p> 	<p data-bbox="1059 416 1361 1010">Se presenta una forma extensa en la superficie del pavimento el cual hace que se adhiera gran cantidad de asfalto en los zapatos de los transeúntes y en los neumáticos de los vehículos por varias semanas del año.</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en metros cuadrados o pie cuadrados del área donde está la zona dañada. Si se evalúa la exudación no se debe contabilizar el pulimento de agregados. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 9: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se requiere aplicar arena, agregados y cilindrado	Se requiere aplicar arena, agregados y cilindrado en un estado precalentado para una mejor reparación.

Fuente: Vásquez (2002)

C. Agrietamiento en Bloque

Este tipo de falla son grietas que se interconectan y llegan a dividir el pavimento en partículas parecidas a una forma rectangular, estos bloques pueden tener una dimensión de 0.30m x 0.30m hasta 3.00 m x 3.00m. Esto es ocasionado por una contracción del concreto asfáltico y los periodos de temperatura diaria. Este tipo de grietas no son ocasionadas por cargas en la superficie del pavimento sino ocurren donde hay una sección extensa de pavimento, pero en algunas ocasiones se muestran en áreas donde no hay tránsito, a diferencia de la piel de cocodrilo que se ocasionan por cargas consecuentes de tránsito sobre el pavimento. La forma de las grietas en bloque son secciones pequeñas con muchos lados y con ángulos agudos. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 10: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Presenta grietas en bloques de baja severidad.	Presenta grietas en bloques de media severidad.	Presenta grieta en bloques de Alta Severidad.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en metros cuadrados o pie cuadrados del área donde está la zona dañada. En caso se presenten varias secciones con diferentes tipos de Nivel de Severidad se deberán medir y anotar de manera separada. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 11: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Se realizará un sellado y riego de sello en las grietas mayores a 3.00 mm.	Se realizará un sellado de grietas y un reciclaje superficial. También se hace un Escarificado.	Se realizará un sellado de grietas y un reciclaje superficial. También se hace un Escarificado.

Fuente: Vásquez, 2002.

D. Abultamientos y Hundimientos

Respecto a los abultamientos son pequeñas secciones desplazadas verticalmente hacia arriba que se ubican en la superficie del pavimento, esto es causado por muchos factores entre ellos el incremento de lentes de hielo o levantamiento del material asfáltico en combinación del tránsito vehicular. Respecto a los hundimientos viene a ser las secciones que se desplazan verticalmente hacia abajo. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 12: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p>Calidad de Transito Baja.</p> 	<p>Calidad de Transito Media</p> 	<p>Calidad de Transito Alta</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pies lineales o metro lineales, en caso este tipo de falla se observa perpendicular a la dirección del tránsito y se encuentran separadas a menos de 3.00 m el tipo de falla se llamaría corrugación. Si el hundimiento o abultamiento se encuentra junto con una grieta se registran ambas. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 13: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se realiza un reciclaje en frio y un parchado profundo o parcial.	Se realiza un reciclado o fresado (realizar un corte del área dañada) en frio y un parchado profundo o parcial sobre-carpeta.

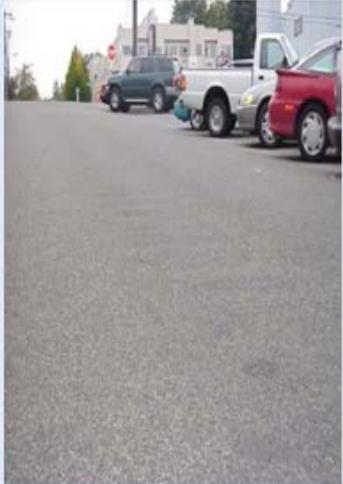
Fuente: Vásquez (2002)

E. Corrugación

Es una serie de depresiones y cimas muy cercanas, que se ocasionan en intervalos muy regulares, en su mayoría menor de 3.00 m. Las cimas van en la misma dirección del tránsito vehicular. Este tipo de falla es ocasionado por el tránsito de los vehículos y a la vez por una carpeta de pavimento inestable. Tomar en cuenta que si el abultamiento se origina en serie menor a 3.00 m de separación entre ellas, a esto se origina corrugación. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 14: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p data-bbox="327 878 604 958">Calidad de Transito Baja.</p> 	<p data-bbox="681 878 959 958">Calidad de Transito Media.</p> 	<p data-bbox="1045 878 1323 958">Calidad de Transito Alta.</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrado o metro cuadrado en el área afectada. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 15: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Reconstrucción del Pavimento.	Reconstrucción del Pavimento.

Fuente: Vásquez (2002)

F. Depresión

Áreas localizadas en la superficie del pavimento con un nivel un poco más bajo que el resto del pavimento. En un pavimento seco la depresión se puede ubicar debido a las manchas ocasionadas por el agua acumulada. Este tipo de falla se origina por el asentamiento de la subrasante o por una incorrecta construcción, esto ocasiona rugosidad y cuando son muy profundas o se llena de agua ocasiona hidroplaneo. La diferencia de este tipo de falla con los hundimientos son las caídas de nivel bruscas. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 16: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Se obtiene una máxima profundidad entre 13.00 a 25.00 mm.	Se obtiene una máxima profundidad entre 25.00 a 51.00 mm.	Se obtiene una máxima profundidad mayor a 51.00 mm.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrado o metro cuadrado en el área afectada. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 17: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Parchado Superficial de forma parcial o profunda.	Parchado Superficial de forma parcial o profunda.

Fuente: Vásquez (2002)

G. Grieta de Borde

Son grietas paralelas y en su mayoría están en una distancia de 0.30 y 0.60 metros del borde exterior del pavimento. Este tipo de falla se desarrolla de manera rápida por cargas del tránsito vehicular, esto se origina por un debilitamiento debido al clima, en la base o subrasante cercanas al borde del pavimento. El área el cual se clasificará será entre la grieta y el borde del pavimento de acuerdo a su forma. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 18: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Se puede apreciar un agrietamiento bajo o medio sin presencia de fragmentación o desprendimiento.	Se puede apreciar grietas con un poco de fragmentación y desprendimiento.	Se puede apreciar considerablemente fragmentación o desprendimiento en todo el borde.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie lineal o metro lineal. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 19: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción, sin embargo, se puede hacer un sellado en las grietas con un ancho mayor a 3mm.	Se realiza un sellado de grietas o un parchado parcial y profundo.	Se realiza un parchado parcial y profundo.

Fuente: Vásquez (2002)

H. Grieta de Reflexión de Junta

Este tipo de daño se presenta en pavimento con una superficie asfalto sobre una losa de concreto. Se ocasionan en su mayoría por el desplazamiento de la losa de concreto, producido por la humedad o temperatura del ambiente que se encuentra debajo de la carpeta asfáltica. Este tipo de daño no se relaciona con las cargas de tránsito sin embargo las cargas pueden ocasionar la rotura de la carpeta asfáltica que está cerca a la grieta, en caso el pavimento está fragmentado en todo el largo de la grieta se le conoce como descascarada. Para poder identificar de manera más productiva este tipo de daño se requiere saber las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de la carpeta asfáltica. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 20: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p>Grieta sin relleno de un ancho menor 10 mm.</p> <p>Grieta con relleno de un ancho cualquiera.</p> 	<p>Grieta sin relleno de un ancho de 10 mm a 76 mm.</p> <p>Grieta sin relleno de un ancho menor a 76 mm en donde es rodeada de un agrietamiento ligero aleatorio.</p> <p>Grieta con relleno de un ancho cualquiera en donde es rodeada de un agrietamiento aleatorio.</p> 	<p>Grieta cualquiera con relleno o sin relleno, en donde se es rodeada por un agrietamiento aleatorio de media o alta saeveridad.</p> <p>Grieta sin relleno mayor a 76 mm ancho.</p> <p>Grieta de un ancho cualquiera en donde un poco de las pulgadas del pavimento alrededor de ello estan con fracturas severas.</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie lineal o metro lineal. La longitud y el nivel de severidad de las diferentes grietas se deben registrar por separado, es decir si una grieta de 15 m puede tener grietas de 3m de un nivel de severidad alto, estas deben registrarse de manera separada, si se encuentra un abultamiento

en la grieta de reflexión de junta se debe tomar en cuenta ambos. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 21: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Se realiza un sellado para grietas con anchos mayores a 3.00 mm.	Se realiza un sellado en las grietas y parchado con profundidad parcial.	Se realiza un parchado de profundidad parcial y se procede a realizar una reconstrucción de la junta.

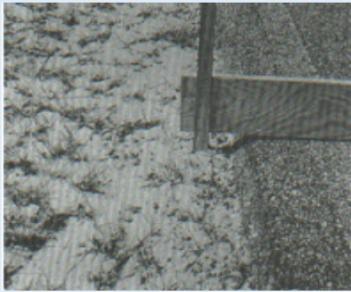
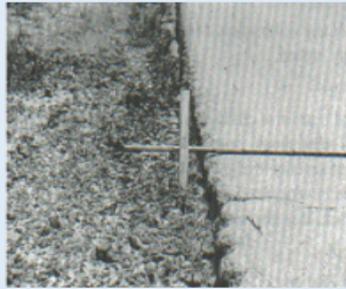
Fuente: Vásquez (2002)

I. Desnivel Carril / Berma

Este tipo de falla se basa en la diferencia de nivel entre el borde de la superficie del pavimento y la berma, eso es ocasionado por la erosión de la berma, asentamiento de la berma o una colocación de una sobre-carpeta en la calzada del pavimento sin evaluar o ajustar el nivel de la berma. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 22: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
El desnivel entre el borde del pavimento y la berma se encuentra entre 25.00 y 51.00 mm.	El desnivel entre el borde del pavimento y la berma se encuentra entre 51.00 y 102.00 mm.	El desnivel entre el borde del pavimento y la berma es mayor que 102.00 mm.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie lineal o metros lineales. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 23: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Se realiza una re nivelación de la berma para ajustarse al nivel de la calzada.	Se realiza una re nivelación de la berma para ajustarse al nivel de la calzada.	Se realiza una re nivelación de la berma para ajustarse al nivel de la calzada.

Fuente: Vásquez (2002)

J. Grieta Longitudinal y Transversal

Las grietas longitudinales se encuentran paralelas al eje del pavimento o a la dirección de la calzada. Estas pueden ser ocasionadas por:

- ✓ Junta de la calzada construida pobremente.
- ✓ Contracción de la superficie del pavimento asfaltico ocasionados por temperaturas bajas o por el asfalto en estado endurecido.
- ✓ Grieta de reflexión ocasionada por el agrietamiento debajo de la capa de la base, incluyendo a las grietas en losas de concreto.

Las grietas transversales se desarrollan en el pavimento formando ángulos rectos al eje del pavimento o a la dirección de la calzada. En su mayoría estas grietas no se asocian a cargas del tránsito vehicular. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 24: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p>Grieta sin relleno de un ancho menor 10 mm. Grieta con relleno de un ancho cualquiera.</p> 	<p>Grieta sin relleno de un ancho de 10 mm a 76 mm. Grieta sin relleno de un ancho menor a 76 mm en donde es rodeada de un agrietamiento ligero aleatorio pequeño. Grieta con relleno de un ancho cualquiera en donde es rodeada de grietas aleatorias pequeñas.</p> 	<p>Grieta cualquiera con relleno o sin relleno, en donde se es rodeada por un agrietamiento aleatorio de media o alta saeveridad. Grieta sin relleno mayor a 76 mm de ancho.</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie lineal o metro lineal. La longitud y el nivel de severidad de las diferentes grietas se deben registrar luego de identificarse, si las grietas tienen diferentes niveles de severidad a lo largo de toda la longitud del pavimento, cada sección se debe registrar por separado, en caso se observan abultamiento o hundimiento se deben registrar ambos. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 25: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción salvo un sellado en grietas con ancho mayor a 3.00 mm.	Se realiza un sellado en las grietas.	Se realiza un sellado en las grietas y parchado parcial.

Fuente: Vásquez, 2002

K. Parcheo y Acometidas

Un Parcheo viene a ser un área pavimentada el cual ha sido reemplazado con un material nuevo para poder reparar esa parte de pavimento. Una sección parchada es considerada como un defecto puesto que el comportamiento de este no es como la sección inicial del pavimento. Frecuentemente se llega a encontrar alguna presencia de rugosidad que se asocia con este daño. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 26: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
La seccion parchada se encuentra en una condicion buena y satisface la serviciabilidad.	La seccion parchada se encuentra deteriorada .	La seccion parchada se encuentra altamente deteriorado y requiere una prota susttución.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. Cabe recalcar que si en el caso que 1 sección parchada áreas con diferentes tipos de nivel de severidad se deberán medir y registrar de manera separada. También se debe indicar que si en la sección parchada se encuentran otros deterioros como piel de cocodrilo, desprendimiento o agrietamientos estos u otros no se deben considerar en la sección parchada. En el caso en que una sección del pavimento fue reemplazada este no se debe considerar como un parche sino como un pavimento nuevo. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 27: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se realiza una sustitución del parche.	Se realiza una sustitución del parche.

Fuente: Vásquez, 2002

L. Pulimento de Agregados

Este tipo de deterioro es ocasionado por las reiteradas cargas que producen los neumáticos al circular en el pavimento. Cuando los agregados de la superficie del pavimento se vuelven blandos al contacto, la unión con los neumáticos de los vehículos se reduce considerablemente. El pulimento de los agregados solo se registrará cuando se realice una evaluación donde revele que los agregados que están extendidos en la superficie del pavimento son degradables y la superficie del pavimento es suave al tacto. Este tipo de deterioro se menciona solo cuando un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 28: Niveles de Severidad

NIVEL DE SEVERIDAD
<p>El nivel de severidad no esta definido, sin embargo el pulimento debe ser significativo para poder ser incluido en la contabilización.</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. En el caso de ya haber contabilizado la Exudación, no se debe considerar el pulimento de agregados. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 29: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se realiza un tratamiento Superficial o a Sobre-carpeta.	Se realiza un fresado a Sobre-carpeta.

Fuente: Vásquez (2002)

M. Huecos

Este tipo de deterioro son depresiones mínimas en la superficie del pavimento, donde usualmente los diámetros son menores de 0.90 m y tienen forma de un tazón. El incremento de los huecos se acelera debido al agua almacenada en los huecos. Este tipo de deterioro se produce por el tránsito vehicular donde este arranca pedazos pequeños de la superficie del pavimento, esto también se puede dar por la mezcla pobre o por puntos débiles en la base

o subrasante del pavimento, también puede que haya llegado a una condición de piel de cocodrilo de nivel de severidad alto. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

En el caso que el diámetro de los huecos sea menor que 762.00 mm serán clasificados como se indica en la Tabla N°29. Nivel de Severidad para los Huecos. (Vásquez, 2002)

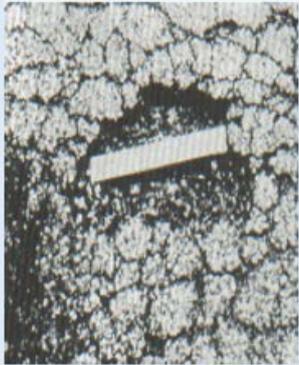
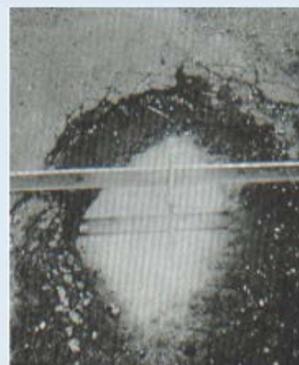
Tabla 30: Niveles de Severidad para Huecos

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez (2002)

En el caso que el diámetro de los huecos sea mayor que 762.00 mm se debe medir en pies cuadrados o metro cuadrados y dividirlo entre 5 pies cuadrados o 0.47 metros cuadrados para determinar la cantidad de huecos equivalentes. Para el caso de la profundidad de los huecos, si la profundidad encontrada es menor o igual que 25.00 mm se deberá considerar como un nivel de severidad media y si es mayor que 25.00 mm el nivel de severidad será alto. (Vásquez, 2002)

Tabla 31: Niveles de Severidad para Huecos

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es contabilizando de manera independiente cada nivel de severidad (Bajo, Medio y Alto). (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 32: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción. Salvo un parchado parcial o profundo.	Se realiza un parchado parcial o profundo.	Se realiza un parchado profundo.

Fuente: Vásquez (2002)

N. Cruce de Vía Férrea

Son deterioros ocasionados por el cruce de una vía férrea, resultando defectos como depresiones o abultamientos entorno a los rieles e la vía férrea. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 33: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Calidad de Transito Baja. 	Calidad de Transito Media. 	Calidad de Transito Alta. 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área de cruce afectada. En caso el cruce de la vía férrea no afecta a la calidad del tránsito entonces no registra. Si existe algún abultamiento cerca a los rieles de la vía férrea se registrará como parte del cruce de la vía férrea. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 34: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se realiza un parchado superficial o reconstrucción del cruce.	Se realiza un parchado superficial o reconstrucción del cruce.

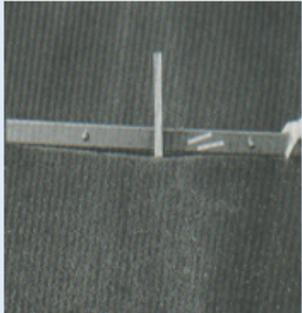
Fuente: Vásquez (2002)

O. Ahuellamiento

El ahuellamiento consiste en depresiones concentradas en la superficie de las huellas de los neumáticos del vehículo. Se presentará un levantamiento de la superficie del pavimento a los costados del ahuellamiento, en la mayoría se podrá visualizar este tipo de deterioro después de la lluvia, es decir cuando el ahuellamiento está lleno de agua. El ahuellamiento es ocasionado por deformaciones en la capa y subrasante del pavimento, usualmente se produce por los movimientos laterales de los materiales por la carga de tránsito vehicular. Este tipo de deterioro es importante puesto que conduce a ocasionar una falla estructural severa en el pavimento. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 35: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Profundidad de 6.00 hasta 13.00 mm.	Profundidad de 13.00 hasta 25.00 mm.	Profundidad mayor a 25.00 mm.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. La severidad se define por la media de la profundidad de la huella. Para calcular la media del ahuellamiento se debe colocar una regla perpendicular a la huella y de esa forma poder medir su profundidad. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 36: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción. También se puede hacer un fresado y sobre carpeta.	Se realiza un parchado superficial, parcial o profundo. También se puede hacer un Fresado y sobre carpeta	Se realiza un parchado superficial, parcial o profundo. También se puede hacer un Fresado y sobre carpeta.

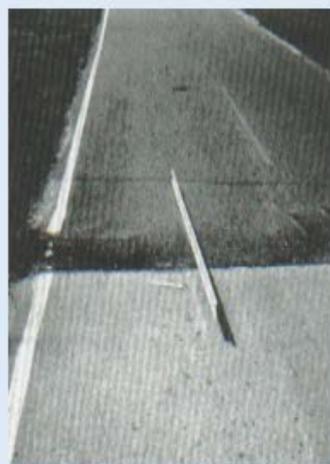
Fuente: Vásquez (2002)

P. Desplazamiento

El desplazamiento ocurre cuando el tránsito vehicular empuja contra la superficie del pavimento por las cargas vehiculares. Este tipo de deterioro solo ocurren en pavimento donde su mezcla es de asfalto líquido inestable. También son ocasionadas en el caso cuando pavimentos de mezcla asfáltica colindan con pavimentos de concreto, haciendo que el pavimento de concreto se incrementa ocasionando desplazamiento. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 37: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Calidad de Transito Baja.	Calidad de Transito Media.	Calidad de Transito Alta.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. En caso se observe desplazamientos en parches no se deberán registrar en estas sino en el registro de parches. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 38: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se realiza un parchado parcial o Profundo. También se puede hacer un Fresado.	Se realiza un parchado parcial o Profundo. También se puede hacer un Fresado.

Fuente: Vásquez (2002)

Q. Grietas Parabólicas

Las grietas parabólicas ocasionadas por deslizamiento son deterioros con una forma parecida a una media luna en subida. Este tipo de deterioro son producidos por los neumáticos que al detenerse o al girar causan un deslizamiento o deformación de la superficie del pavimento. En la mayoría este deterioro ocurre cuando la resistencia de la mezcla asfáltica es baja o porque la liga entre la superficie del pavimento y la capa de rodadura es pobre. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 39: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
El promedio del ancho de la grieta es menos que 10.00 mm.	El promedio del ancho de la grieta se encuentra entre 10.00 mm y 38.00 mm. Alrededor del area de la grieta se encuentra fracturada en particulas ajustadas.	El promedio del ancho de la grieta se encuentra mayor a 38.00 mm. Alrededor del area de la grieta se encuentra fracturada en particulas removibles.
		

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. Su clasificación es según el nivel de severidad más alto. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 40: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	Se realiza un parchado parcial.	Se realiza un parchado parcial.

Fuente: Vásquez (2002)

R. Hinchamiento

El hinchamiento tiene como característica un pandeo vertical de la superficie del pavimento, mediante una onda larga y gradual mayor de 3.00 m de longitud. Este tipo de deterioro se puede acompañar por un agrietamiento en la superficie. En la mayoría de los casos esto es causado por congelamiento en la subrasante o por un suelo expansivo potencialmente. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 41: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
Calidad de transito baja. Este tipo de deterioro con este nivel de severidad no siempre es facil, para poder detectarlo se debe conducir en un limite de velocidad sobre la seccion estudiada y se podra sentir un movimiento hacia arriba en el vehiculo si es que existe hinchamiento en dicha seccion.	Calidad de transito media.	Calidad de transito alta.

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 42: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción.	No se realiza ninguna acción. Posible reconstrucción	Reconstrucción.
		

Fuente: Vásquez (2002)

S. Desprendimiento de Agregados

El desprendimiento es la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante del asfalto y por las partículas de los agregados que se encuentren sueltas en el pavimento. Este tipo de deterioro significa que el ligante asfáltico se endureció de manera apreciable o por que la mezcla asfáltica es de baja calidad. Una de las causas de este deterioro es por el tipo de tránsito, es decir por la circulación de vehículos orugas, cuando la superficie se ablanda y ocurren pérdidas de agregados por el derramamiento de aceite en la superficie se considera también desprendimiento. (Vásquez, 2002)

- **Nivel de Severidad**

Tabla 43: Niveles de Severidad

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
<p>Se empieza a desprenderse agregados o el ligante en algunas areas de la superficie del pavimento. En caso haya ocurrido derrame de aceite se puede observar la mancha de este, pero la superficie sigue dura y no se puede penetrar con una moneda.</p> 	<p>Se perdieron los agregados o el ligante, la textura de la superficie del pavimento es regularmente rugosa y ahuecada. En caso haya ocurrido derrame de aceite, la superficie del pavimento es suave y se puede penetrar con una moneda.</p> 	<p>Se perdieron de manera considerable los agregados o el ligante, la textura de la superficie del pavimento es rugosa y ahuecada de forma severa. Las secciones ahuecadas tienen diámetros inferiores a 10.00 mm y con una profundidad inferior a 13.00 mm, en caso se encuentre secciones ahuecadas mayores a 13.00 mm se consideran huecos. Si caso ocurra derramamiento de aceite, el ligante asfáltico pierde su efecto como ligante y los agregados se encontraran sueltos.</p> 

Fuente: Vásquez (2002)

- **Medida**

Su tipo de medida es en pie cuadrados o metro cuadrados respecto al área afectada. En el caso que el deterioro sea en un nivel de severidad Medio

o Alto y esta sección sea por derrame de aceite en la superficie del pavimento se registrara como parcheo parcial. (Vásquez, 2002)

- **Reparación Opcional para los diferentes Niveles de Severidad**

Tabla 44: Opciones de Reparación

Bajo o Low (L)	Medio o Medium (M)	Alto o High (H)
No se realiza ninguna acción. Salvo un sellado superficial o tratamiento superficial.	Se realiza un sellado superficial, tratamiento o sobre-carpeta.	Se realiza un tratamiento superficial, sobre-carpeta, reciclaje o reconstrucción.

Fuente: Vásquez (2002)

2.2.6 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

Para poder determinar la rugosidad superficial del pavimento en toda su longitud se le denomina como International Roughness Index (IRI como siglas), al cual se define como un valor promedio evaluado en una longitud estimada (se recomienda una longitud estándar de 100m para cada IRI por evaluar), también a se le puede definir como una relación entre el movimiento almacenado de suspensión donde se determina por medio de un modelo matemático conocido como el modelo de cuarto carro el cual es parecido a la de un automóvil que se encuentra en circulación a 80 km/h y en un distancia recorrida. (Harris Quinzada, 2017)

La Regularidad o Rugosidad el cual ambas significan lo mismo, con un concepto como la desviación de una superficie con respecto a otra superficie plana, con una dimensión que afecta la circulación del tránsito vehicular, el manejo y las cargas dinámicas y el drenaje. (Badilla Vargas, 2009)

En los años 70's el Banco Mundial realizo un financiamiento para la ejecución de diferentes programas investigativos de gran escala, entre los diferentes programas se encontraba un proyecto relacionado con la calidad de las vías y el costo que ocasiona esto a los usuarios, en esta investigación se

llegó a detectar que los datos respecto a la rugosidad de la superficie de los diferentes pavimentos en el mundo no se pueden comparar y no eran confiables el registro de datos de un mismo país debido a que las mediciones se realizaron con equipos y métodos que no eran estables en el tiempo. En el año 1982 en Brasil con el objetivo de uniformar todos los diferentes parámetros que se usaban en varios países para establecer la rugosidad superficial de un pavimento, se realizó el proyecto International Road Roughness Experiment (IRRE) promocionado por el Banco Mundial, en donde participaron diferentes equipos de investigación de diferentes países como Brasil, Estados Unidos, Bélgica, Inglaterra y Francia. En la ejecución de este proyecto se realizó una medición controlada de la rugosidad de la superficie de los pavimentos, mediante varias condiciones y con varios métodos e instrumentos, a partir de ello se escogió un parámetro de medición de la rugosidad superficial el cual se le denominó como Índice de Rugosidad Internacional (en siglas como IRI). De esta manera en términos sencillos el IRI es un modelo matemático donde busca calcular el movimiento acumulado de un vehículo que transita en la superficie de un pavimento a una velocidad de 80km/h. (Badilla Vargas, 2009).

En la ingeniería de carreteras el IRI se considera como un parámetro de suma importancia para poder determinar el costo de la operación vehicular y también para determinar la seguridad de los transeúntes. La Rugosidad Superficial del pavimento es un dato que ayuda a clasificar el estado de condición de una vía y también el poder estimar el costo de operación de los usuarios. El IRI es un parámetro muy recomendado por el Banco Mundial y a la vez el más utilizado para la medición de la rugosidad de pavimentos. La serviciabilidad y su definición fue desarrollado por el AASHO Road Test (Experimento de Carreteras de la AASHO) el cual su definición tiene que ver con asegurar el tránsito vehicular suave, confortable y seguro. (MTC, 2018).

El IRI según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para una carretera pavimentada es de 0.00 m/km a 12.00 m/km y para vías no pavimentadas son valores mayores a 20.00 m/km.

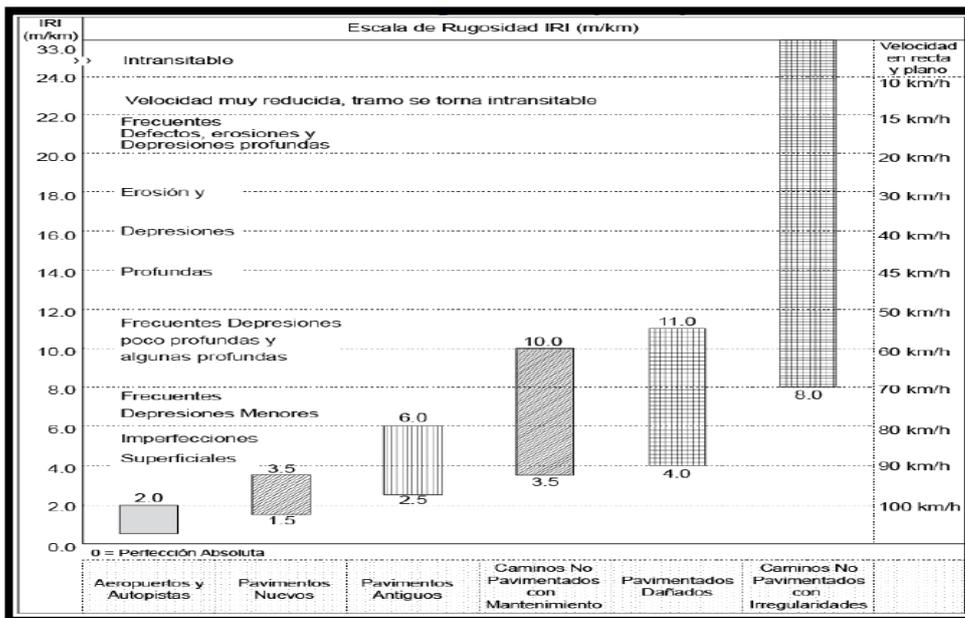


Figura 13: Escala de Rugosidad IRI (m/km)

Fuente: MTC (2014)

Un IRI igual a 0.00 m/km se puede representar como una superficie completamente lisa y su valor va en aumento con la irregularidad que se presenten en el perfil longitudinal. (Hurtado Zamora, s.f).

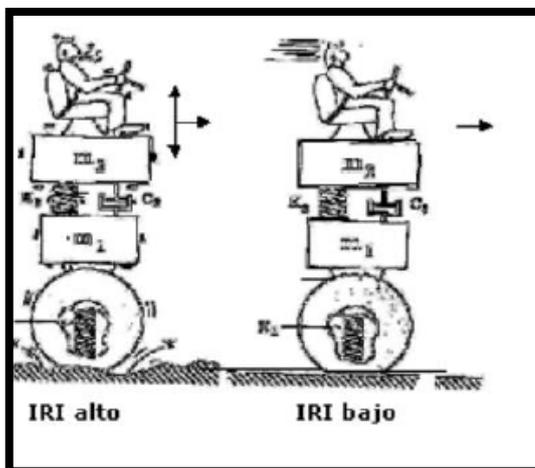


Figura 14: Índice Internacional de Rugosidad

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

Para carreteras pavimentadas categoriza el estado de la superficie como se mostrará en la siguiente tabla.

Tabla 45: Índice Internacional de Rugosidad

IRI	
Categoría	Rango (m/km)
Bueno	0 a 3.6
Regular	3.6 a 6.4
Malo	6.4 a 10.0
Muy malo	>10.0

Fuente: Harris Quinzada (2017)

2.2.6.1 Modelo del Cuarto Carro

Para realizar el cálculo del IRI se usan diferentes herramientas entre ellas la matemática, estadística y softwares que puedan permitir encontrar la rugosidad del pavimento estudiado. Lo primero que se debe realizar para calcular el IRI y es el paso más importante el cual consiste en medir las elevaciones del pavimento que nos permitirá observar el perfil real. El IRI viene a ser independiente del tipo de estudio a usar y determinar el perfil longitudinal del pavimento. Luego de realizar este primer paso se realizará un filtro en donde se realiza un análisis estadístico, con ello permitirá encontrar un perfil nuevo para analizar desde un punto de vista la irregularidad que puedan ser observadas. La finalidad de realizar este primer filtro es el poder saber el comportamiento que tienen los neumáticos de un vehículo con el pavimento, la otra razón es reducir el algoritmo del IRI respecto a la muestra evaluada. Luego se realiza un segundo filtro el cual ya consiste en la aplicación de un modelo de cuarto de carro que transita a 80 km/h de velocidad, en este filtro se registran las características del pavimento basado en la circulación vertical de un vehículo, el cual se modela de forma reducida como un grupo de masas ligados entre sí con la superficie del pavimento por medio de resortes y amortiguadores. Este tipo de modelo consiste en que mediante una masa de un cuarto de carro (amortiguada o suspendida) conectado a una masa no amortiguada (eje y neumático), ambas por medio de un resorte y amortiguador lineal. Como

podremos observar en la siguiente imagen donde se muestra los parámetros (Carro de oro). (Badilla Vargas, 2009)

$$k_2 = \frac{k_s}{M_s} = 63.3 \quad k_1 = \frac{k_r}{M_s} = 653$$
$$c = \frac{c_s}{M_s} = 6 \quad \mu = \frac{M_r}{M_s} = 0.15$$

donde:

- k_s : constante del resorte de la suspensión
- k_r : constante del resorte de la rueda
- M_s : masa suspendida
- M_r : masa no suspendida
- c_s : amortiguador

Figura 15: Carro de Oro

Fuente: Badilla Vargas (2009)

En este modelo se muestra una ecuación que contiene un sistema de ecuaciones que utiliza como dato el perfil de un pavimento. Respecto al valor final que se obtiene es en m/km (metro acumulado por kilómetro recorrido) que es la unidad final de la rugosidad de un pavimento. Se debe tener en cuenta para el cálculo del IRI es la estimación del valor inicial de la circulación de un vehículo con respecto al perfil longitudinal de un pavimento. Se recomienda que para obtener una inicialización precisa se debe empezar a medir 20m antes de la iniciación del tramo a estudiar y empezar a calcular desde ahí el IRI. (Badilla Vargas, 2009).

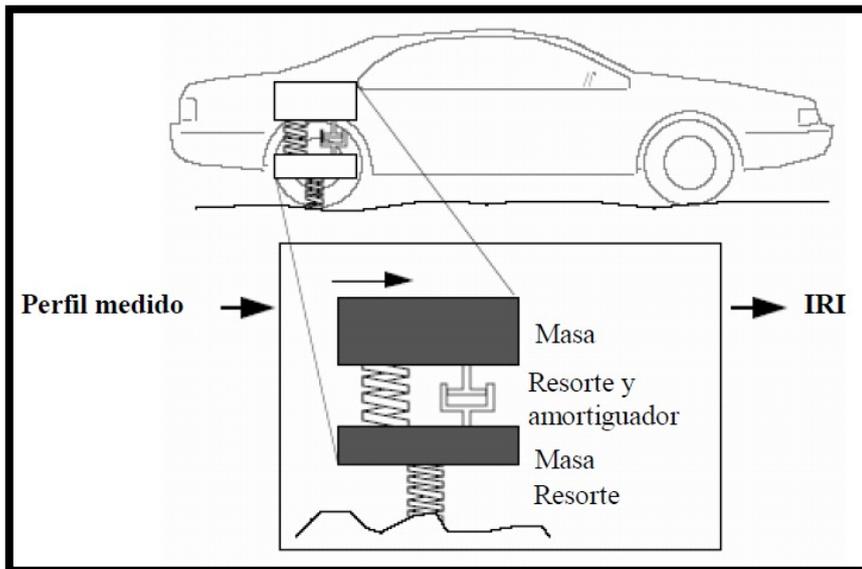


Figura 16: Modelo de Cuarto de Carro

Fuente: Montoya Goicochea (2013)

2.2.6.2 Métodos de Medición del IRI

Existen 4 clases de métodos de medición para el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) el cual lo indicaremos a continuación.

➤ Clase 1 Perfiles de alta precisión

Consiste en medir manualmente toda la huella del perfil longitudinal transcurrida por medio de una mira y nivel, mediante una Viga del TRL, Face Dipstick, ARRB Walking Profilometer y entre otros dispositivos similares de alta precisión forman esta clase de medición de IRI. Estos tipos de dispositivos son los que dan resultados respecto a la Rugosidad de una carretera con el nivel más alto de precisión. En la siguiente Tabla N°45 se mostrará algunos de los dispositivos usados para la determinación del IRI pertenecientes a la Clase 1. (Hurtado Zamora, s.f)

Tabla 46: Clase 1

LEVANTAMIENTO CON MIRA Y NIVEL	FACE DIPSTICK
<p>Es un método conocido donde busca medir el perfil con la utilización de equipos topográficos, como una mira de precisión y un nivel. Este tipo de dispositivo es fácil y de muy bajo costo, pero su procedimiento es demasiado lento y es por ello que se recomienda para evaluar carreteras con reducida longitud. Los valores que obtenemos por el levantamiento son transformados a la unidad del IRI (m/km), esto es gracias a un software (norma INV E-794).</p>	<p>Fue desarrollado para determinar las irregularidades en las losas de las edificaciones. Este dispositivo se llama inclinómetro que se monta en una estructura, el cual también posee un mango que desplaza el dispositivo en toda calzada evaluada y poder rotarlo en 180 grados. Un computador que está incorporado en el dispositivo el cual almacena las cotas y calcula la rugosidad (IRI). También existe una versión actualizada que evalúa por 2 km/h, una de las ventajas es el costo inicial bajo y operación reducida. Este dispositivo es más rápido su proceso de evaluación que el de la mira y nivel, pero aun así sigue siendo un proceso lento. Se recomienda su uso para evaluar pavimentos con longitudes cortas.</p>
 A photograph showing a surveyor in a grey jacket and blue pants using a level and staff on a road. The level is mounted on a tripod, and the staff is held vertically. A white van is parked on the left side of the road. In the background, another person in a red jacket is visible on the road.	 A photograph showing a person in a yellow high-visibility jacket and dark pants using a face dipstick on a road surface. The dipstick is a mechanical device with a handle and a sensor head that is pushed into the pavement. The person is standing on a gravel or asphalt surface.

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

➤ **Clase 2 Otros métodos perfilométricos**

Determina la rugosidad de un perfil longitudinal en una o ambas calzadas de tránsito, para realizar la medición se usa un perfilómetro que son calibrados en una sección donde su perfil ya fue evaluado por un dispositivo de Clase 1. Existen dispositivos para la medición de la rugosidad el cual vienen a ser el APL francés, el Road Surface Profile, el Video Laser Road Surface Tester, el Automatic Road Analyser y el Perfilómetro Liviano. (Hurtado Zamora, s.f)

a) Perfilómetro Inercial APL

El APL se enfoca en analizar el perfil longitudinal y fue creado para evaluar continuamente a una velocidad alta. Su rendimiento viene a ser de 100km a 300km por día, por medio de una rueda que se desplaza por el pavimento se puede medir el desplazamiento vertical. Este equipo está colocado en un remolque y es arrastrado por un vehículo que transita a una cierta velocidad por un pavimento. (Hurtado Zamora, s.f)

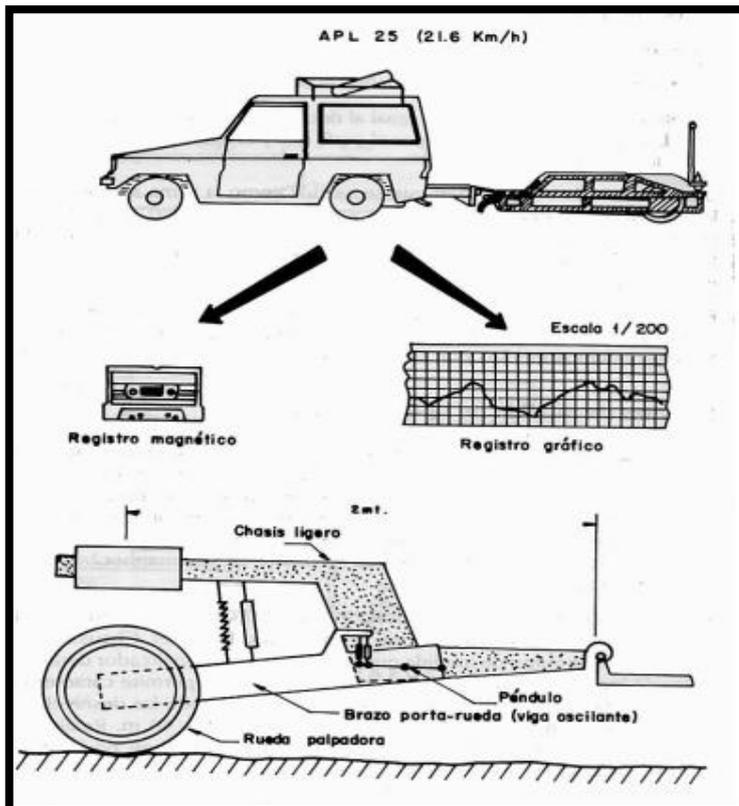


Figura 17: Perfilómetro Inercial APL

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

b) Perfilómetro Láser

Este tipo de medición se basa en la medición de un pavimento por medio de un sensor laser que se coloca en la parte posterior o inferior de un vehículo, mediante un acelerómetro se permite medir la distancia entre barra de sensor de láser y el pavimento. Al conocer la distancia del sensor con el pavimento también se conoce la variación de las cotas del pavimento. (Hurtado Zamora, s.f)



Figura 18: Perfilómetro Laser RSP

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

c) Perfilómetros Livianos

Vienen a ser un tipo de perfilómetros que tienen una velocidad de operación baja que puede estar entre los 10 km/h a 40 km/h el cual se enfoca en controlar la calidad de construcción del pavimento. Mediante su software evalúa el perfil del pavimento y registra los índices de un perfil (IRI, PI, RN, entre otros). (Hurtado Zamora, s.f)



Figura 19: Perfilómetro Liviano

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

➤ **Clase 3 Estimación del IRI mediante ecuaciones de correlación**

Este tipo se enfoca en realizar la evaluación de la rugosidad del tipo respuesta (RTRRMS) como por ejemplo el Mays Ride Meter, Romdas BI, Rugosímetro de Merlín, Roadroid, entre otros. Los resultados obtenidos por cada tipo de equipos usados se deben correlacionar con el IRI utilizando ecuaciones. Cuando se usan equipos de la Clase 3 deben antes haber sido evaluados por equipos de la Clase 1 o Clase 2. (Hurtado Zamora, s.f)

a) Perfilógrafo California

Viene a ser un marco metálico de 7.62 metros de longitud aproximada, que tiene ruedas de soporte en cada extremo, su función es registrar el perfil de un pavimento por medio del desplazamiento vertical de este equipo. La irregularidad del pavimento se calcula mediante la suma de las alturas. (Hurtado Zamora, s.f)



Figura 20: Perfilógrafo California

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

b) Rugosímetro de Merlín

Equipo metálico que en la parte delantera tiene una llanta como apoyo y para poder movilizarse, en la parte del centro cuenta con un brazo que se contacta con el piso por medio de un patín y mide la irregularidad de la superficie del pavimento y su otro extremo tiene un indicador que se desliza en un tablero. La rueda al dar una vuelta completa se llega a marcar en el tablero y esto se repite hasta completar 200 registros este tipo de registros se hace cada 400 metros aproximadamente en toda la longitud del pavimento. (Hurtado Zamora, s.f)



Figura 21: Rugosímetro de Merlín

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

➤ **Clase 4 Evaluación subjetiva y medida sin calibrar**

Estos estudios ejecutan una evaluación subjetiva de la superficie del pavimento por medio de una inspección visual al transcurrir sobre esta. Este tipo de evaluación correlaciona de forma aproximada el IRI por medio de la descripción de una carretera. Este tipo de clase se ejecuta para casos donde no se requiera exactitud con los resultados del IRI, cabe recalcar que este tipo de evaluación es económica y sus resultados son aproximadas, para evaluar se usa un equipo sin calibración. (Hurtado Zamora, s.f)

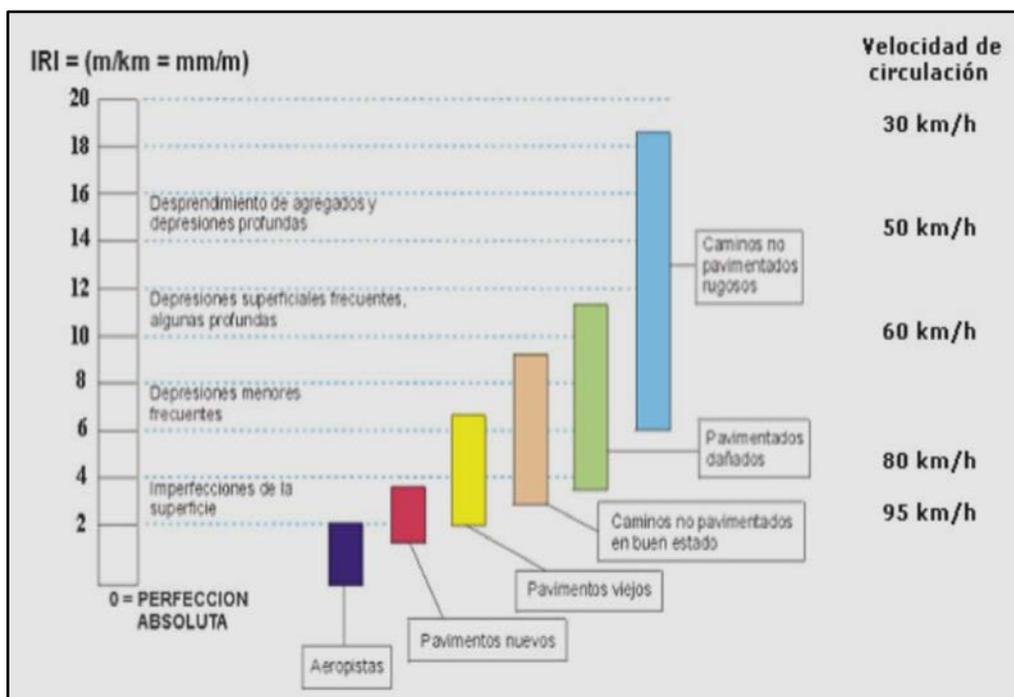


Figura 22: Índice de Rugosidad Internacional

Fuente: Hurtado Zamora (s.f)

2.2.6.3 Normas de la Medición del IRI en Organismos Internacionales

Actualmente existen varias organizaciones que tienen formalizado la medición de la rugosidad (IRI) entre ellos se encuentran AASHTO, ASTM, FWHA y el Banco Mundial quien es en fin la principal organización interesado en implementar el IRI como un administrador de carreteras pavimentadas y no pavimentadas. Estas organizaciones solo definen los procedimientos de las mediciones y la escala el cual se debe comparar con la clasificación de la superficie del pavimento evaluado. La FWHA y el Banco Mundial indican que el IRI promedio es un valor absoluto que representa la medición de una determinada carretera. Se menciona que el respaldo técnico es débil en los métodos normalizados del IRI que se aplican actualmente en el Perú. (Montoya Goicochea, 2013)

Tabla 47: Normativa de Organizaciones para el control del IRI

NORMATIVA u ORGANIZACIÓN	Requerimientos de IRI según tipo de superficie				
	Descripción	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Concreto hidráulico	Tratamiento superficial
ASTM E 1926-98	IRI obtenido en sub-lotes de 0.1 km			Presenta dos escalas de valores de IRI con descripción verbal, una para vías pavimentadas y otra para no pavimentadas.	
AASHTO PP-37-02	No especifica			No especifica	
FFWHA	Promedio de los valores de IRI determinado en cada huella cada 100 metros			No especifica	
NORMATIVA u ORGANIZACIÓN	Requerimientos de IRI según tipo de superficie				
	Descripción	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Concreto hidráulico	Tratamiento superficial
Banco Mundial	Promedio global de toda la medición			Presenta una escala de rugosidad para diferentes tipos de vías.	

Fuente: Montoya Goicochea (2013)

Países como Chile, España, Canadá, Suecia, El Salvador y en los Estados Unidos en cada uno de ellos ajusto el método del IRI en función a sus requerimientos. Estos ajustes que realizaron en donde adaptan las normas internacionales con las condiciones de cada país, de esta manera aseguran que las entidades públicas y privadas apoyen el método del IRI aplicado en una carretera. (Montoya Goicochea, 2013)

Tabla 48: Normativa de otros países para el control del IRI

PAÍS	REQUERIMIENTOS DE IRI SEGÚN TIPO DE SUPERFICIE			
	METODOLOGÍA	MAC	CONCRETO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL
Ministerio de Obras Públicas de Chile	IRI obtenido en 5 tramos consecutivos de 200 mts. de secciones homogéneas (Media Móvil)	promedio de 5 secciones ≤ 2 m/km		promedio de 5 secciones ≤ 3 m/km
		promedio individual ≤ 2.8 m/km		promedio individual ≤ 4 m/km
Ministerio de Fomento de España	IRI obtenido en tramos de 100 mts.	IRI < 1.5 m/km, en 50% de las secciones del proyecto		
		IRI < 2 m/km, en 80% de las secciones del proyecto		
		IRI < 2.5 m/km, en 100% de las secciones del proyecto		
Estados Unidos, WisDOT	IRI obtenido en tramos de 1.609 km. (1 milla)	IRI (m/km)	Tiempo	
		< 1.1	pav. nuevo	
		< 1.17	1 año	
		< 1.29	2 años	
		< 1.33	3 años	
		< 1.37	4 años	
	< 1.45	5 años		
PAÍS	REQUERIMIENTOS DE IRI SEGÚN TIPO DE SUPERFICIE			
	METODOLOGÍA	MAC	CONCRETO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL
Canadá	IRI obtenido en tramos de 100 mts.	IRI ≤ 1.2 m/km en 70% de datos		
		IRI ≤ 1.4 m/km en 100% de datos		
Suecia	IRI en tramos de 200 mts.	IRI ≤ 1.4 m/km		
	IRI en tramos de 20 mts.	IRI ≤ 2.4 m/km		
Ministerio de Obras Públicas de El Salvador	PARA CAMINOS RURALES: IRI obtenido en tramos de 100 mts.	IRI no mayor a 3.0 m/km		

Fuente: Montoya Goicochea (2013)

2.2.6.4 El IRI en el Perú

En el Perú la primera medición de la rugosidad fue realizado en 1992 por medio del método de Merlín, esta herramienta fue promocionada en el país por consultores de otros países con el objetivo de cumplir con los requerimientos exigidos por el Banco Mundial que en ese tiempo estaban implementando los conceptos de gestión administrativa en carreteras en países subdesarrollados. Años después el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) llamado en ese tiempo como Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción adquirieron un Bump Integrator con la finalidad de controlar la calidad de las obras viales, así también poder implementar tácticas de mantenimiento y software para monitorear las obras viales, pero era complicado tener el vehículo con el dispositivo que aseguren la repetitiva medición. En el año 1994 el MTC realizó la rehabilitación y mantenimiento de la ruta Arequipa – Matarani, para este proyecto se fijó como control de rugosidad al método IRI promedio, consistía en brindar un valor promedio del tramo en general. Para el año 1995 por medio del Proyecto Especial de Rehabilitación de la Infraestructura de Transportes (PERT), especificaron técnicas para la construcción de carreteras (EG-2000), donde indican que la rugosidad de controlar por medio del IRI característico (IRI_c) el cual es semejante al IRI promedio más la multiplicación de 1.645 por la desviación estándar. Para ello se estableció lo siguiente:

- $IRI_c \leq 2.00$ m/km para construcciones de nuevas de pavimentos.
- $IRI_c \geq 2.00$ m/km y $IRI_c \leq 2.50$ m/km para pavimentos reforzados.
- $IRI_c \geq 2.50$ m/km y $IRI_c \leq 3.00$ m/km para pavimentos sellados.

Luego de implementar las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG-2000), se estableció control para la recepción del IRI con respecto a la superficie de la carretera construido como se muestra a continuación:

- $IRI = 2.00$ m/km para pavimentos asfálticos en caliente.
- $IRI = 2.50$ m/km para pavimentos con tratamiento superficial.

- IRI = 3.00 m/km para pavimentos con concreto hidráulico.

En el 2004 se implementó la oficina de gestión de carreteras de PROVIAS NACIONAL con la finalidad de mejorar la gestión de administración de mantenimiento, realizaron la medición de la rugosidad en casi 9 kilómetros de un pavimento asfalto por medio de un perfilómetro laser de la empresa Dynatest que fue comprado por el MTC para realizar repetitivos monitoreos. Esta información fue usada para recolectar y utilizar toda la información y almacenar en la base de datos del inventario vial calificado y poder conocer el patrimonio que tenía la red vial nacional del pavimento asfaltado. Lo importante de la medición realizada en ese tiempo fue que el perfilómetro laser registraba y almacenaba toda la información por cada 200 m de circulación por el pavimento y se usó el método de rugosidad promedio. En ese tiempo este tipo de instrumento que pertenecía a la Clase 1 fue usado por primera para medir la rugosidad. Actualmente se implementó políticas para privatizar por medio de concesiones de redes viales, luego aparecieron métodos para la medición de rugosidad, es por ello que para gestionar el control del método de rugosidad en las vías llega aparecer una regla como es la metodología de control y el umbral admisible, el cual ambas fueron cambiando dejando atrás importantes consideraciones hacia el concesionario y el beneficio hacia la población. (Montoya Goicochea, 2013)

Tabla 49: Consolidado de Exigencias de Rugosidad en Concesiones viales en el Perú

CONCESIÓN	Año	Metodología	IRI				
			Obras Nuevas	Operación	Tolerancia	IMD (veh/día)	Velocidad de diseño (Km/h)
Arequipa - Matarani	1994	IRI promedio	2.0	2.0	No	2,500	60
Red Vial Nº 5	2003	IRI promedio	3.5	3.5	No	3,500	75
Red Vial Nº 6	2005	IRI promedio	2.0	3.0	20% y 15%	4,500	75
IIRSA norte, IIRSA sur, tramos 2,3 y 4	2006	IRI Media deslizante	2.5 / 3.5	3.5 / 4.0	20% y 15%	400	50
IIRSA sur tramos 1 y 5	2007	IRI Media deslizante	2.0 / 2.5	3.5 / 4.0	No	400	50
Buenos Aires - Canchaque	2007	IRI Media deslizante	2.5 / 3.0	3.5 / 4.0	No	200	50
Autopista del Sol	2009	IRI Media deslizante	2.0	3.5	No	3,000	75
IIRSA centro T-2	2010	IRI Media deslizante	2.0	3.5	No	4,000	50

Fuente: Montoya Goicochea (2013)

Las primeras especificaciones técnicas usadas para la medición de la rugosidad en el Perú en donde se relacionaba los valores del PSI con el IRI. El PSI según Sayers con respecto al IRI era equivalente a 1.23 m/km, sin embargo, el MTC opinó respecto a ello, donde indicó que el valor umbral era muy exigente y es por ello que para pavimentos nuevos se estableció una rugosidad máxima de 1.5 m/km, para pavimentos asfálticos reforzados un máximo de 2.0 m/km de rugosidad media. (Montoya Goicochea, 2013).

El IRI actualmente en el Perú es parte del control de serviciabilidad más importante puesto que relaciona el nivel de comodidad, seguridad y costo. Se sabe que existen diferentes métodos para determinar el IRI que fueron implementadas por diferentes organizaciones con respecto a la necesidad y exigencia de control. En el Perú no se ha creado una norma como la Norma técnica peruana (NTP) o algún ensayo del MTC, es por ello que no existe un método de medición de la rugosidad que se deba utilizar en el entorno nacional. En la actualidad en el Perú se toma como referencia el Boletín N°46 del Banco Mundial cuando se usen dispositivos de la Clase 3, por otro lado, se usa la norma ASTM E950 “Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference” cuando se usen dispositivos de Clase 1, el cual tiene el respaldo del contexto internacional, por otro lado, se necesita que las entidades nacionales puedan normalizar, actualizar, difundir y adaptar los métodos de medición del IRI con respecto a nuestro país. (Montoya Goicochea, 2013)



Figura 23: Mediciones de rugosidad con Roughometer II realizadas en la concesión red Vial N°5.

Fuente: Montoya Goicochea (2013)



Figura 24: Mediciones de rugosidad con Perfilómetro Laser Dynatest Mark realizadas en la red vial nacional asfaltada.

Fuente: Montoya Goicochea (2013)

2.2.7 ROADROID

2.2.7.1 Definición

Roadroid es una aplicativo para smartphones y su nombre se basa en “Road” (Camino o Vía) y “Roid” (Android), Este aplicativo empezó en el 2010 utilizando herramientas preinstaladas en un dispositivo móvil con la finalidad de realizar una aplicación que pueda calcular la rugosidad de la forma más precisa y en comparación de otros instrumentos este sea más eficaz y sencillo de usar. (Roadroid, 2020)



Figura 25: Aplicativo Roadroid

Fuente: Roadroid, (2020)

El aplicativo busca obtener la rugosidad tomando como referencia los datos de la vibración obtenida por acelerómetros que son parte de los móviles inteligentes y convirtiéndose en unidad de IRI por medio de ecuaciones de

correlación lineal para obtener el IRI estimado y por medio de del modelo de cuarto de carro para recoger datos precisos, es decir que se ejecuta 2 ensayos a la para poder encontrar la rugosidad de una forma estimada y calculada. El IRI estimado viene a ser un cálculo de la rugosidad de clase 3 según el Banco Mundial puesto que usa una ecuación lineal, por otro lado, el IRI calculado es un cálculo de la rugosidad de clase 2. En la actualidad se implementó el Roadroid en varios proyectos en todo el mundo y es presentado en muchos congresos relacionado al transporte como el caso del IV Congreso Regional IRF Latinoamericano de Carreteras en el año 2016. Recibiendo también reconocimientos. (Roadroid, 2020)

- European Satellite Navigation Competition.
- Wordl Summit Award.
- International Road Federation Adward (2012 – 2013 -2014).

Cabe destacar que en la página del Roadroid una vez que se haya evaluado el pavimento mediante su página web se puede supervisar, planificar, determinar y realizar un seguimiento respecto al mantenimiento de la carretera evaluada. El Roadroid proporciona imágenes diarias de la calidad de la carretera evaluada convirtiéndola en un aplicativo de suma importancia en seguimiento operativo. (Roadroid, 2020)



Figura 26: Sistema Roadroid

Fuente: Roadroid, (2020)

2.2.7.2 Historia de Roadroid

El aplicativo Roadroid a cargo de los ciudadanos suecos Hans Jones y Lars Forslof ambos empezaron este proyecto en los años 90's trabajando en la

lectura de lenguaje de programas para equipos móviles ITS. En el 2001 presentaron un proyecto que rastreaba camiones, por medio de la velocidad del camión se podía saber la condición del pavimento transitado., luego de esto se agregó la lectura de vibración en tramo evaluado. En el año 2002 y 2003 con la ayuda de Royal Intitute of Tecgnology se realizó un piloto que se basó en un acelerómetro con precisión alta, colocado en una computadora que estudiaba las señales. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014).

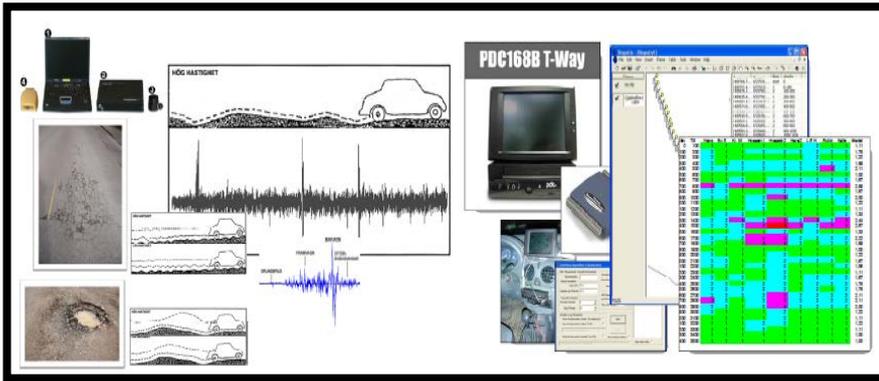


Figura 27: Prototipo 2002 - 2003

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

Luego de lograr un prometedor resultado la organización Nacional de Caminos de Suecia (SNRA) se llegó a interesar en esta investigación y financio la validación de este equipo y de otros que se enfocaban en la rama de carreteras. Luego se creó un vehículo el cual en su interior tenía una computadora con sistema Windows el cual tenía un acelerómetro, GPS y datos móviles. Luego se realizó una opción el cual permitía visualizar por medio de una web la carretera evaluada el cual se interpretó en colores según la vibración registrada, después se realizó un estudio en Linkoing en el 2005, en donde consistía en realizar un estudio de 35 secciones de 100 metros cada una analizando 4 aspectos (amplitud, algoritmos, medición de la velocidad y la cantidad de datos en la muestra). En los resultados obtenidos se llegaron a comparar con otros métodos realizados en esta carretera y se concluyó que más de un 70 % de los resultados eran iguales. En el año 2006 esta herramienta fue considerada como económica, accesible y económica. Esta herramienta mantenía algunas limitaciones entre ellas la infraestructura del vehículo, el clima del ambiente y la conexión entre cables y el ordenador. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014)

En el 2010 las ideas planteadas entre los años 2002 y 2006 se reevaluó para luego crear una herramienta poderosa y nueva. Para ello se había solucionado la poca tecnología que tenían los smartphones debido a que para ese tiempo estos teléfonos inteligentes ya tenían un acelerómetro, memoria y procesador. Pero en este año se planteó diversas preguntas a responder:

- ¿Se puede recolectar la señal filtrada en el chasis del vehículo?
- ¿Cómo se debe manejar las diferentes señales que envían los coches?
- ¿Es suficiente la sensibilidad del acelerómetro de los smartphones?
- ¿Depende mucho la gama de los smartphones y si los valores obtenidos serán diferentes?

Se desarrolló un aplicativo para Android que se fundamentaba por medio de logaritmos en el cual se usaban las señales del acelerómetro, cabe recalcar que se escogió el sistema de Android sobre IOS por motivos de precios y performance. En el año 2011 se comenzó a registrar datos en caminos y vehículos diferentes con la presencia de diferentes obstáculos que presentaban las carreteras evaluadas. En esa evaluación se usó un dispositivo Samsung Galaxy Tab P1000 GT la tenía el mejor hardware en ese año, los diferentes obstáculos que se presentaron el pavimento se recorrieron con diferentes vehículos (entre autos a camionetas) en diferentes velocidades (20, 40, 60, 80, 100 y 120 km/h). (Forslof Lars & Jones Hans, 2014)



Figura 28: Prueba con el tercer prototipo con Galaxy Tab GT P1000

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

En estas pruebas se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

- Dependiendo el tipo de vehículo usados en la evaluación, los valores obtenidos eran diferentes, en especial cuando se recorría a una velocidad baja, es por ello que la velocidad en que los valores no eran diferentes es cuando a velocidad se mantenía entre 40 km/h a 80 km/h.
- Se llegó a encontrar un modelo el cual podría calcular la influencia de la velocidad de los diferentes vehículos (pequeño, mediano y grande) y también la diferencia entre los dispositivos, es por ello que se requiere un proceso de calibración para poder lograr un parámetro equivalente para los diferentes dispositivos y convertirlos en uno solo.
- Se logró demostrar que la recolección de los datos depende mucho de la estabilidad de la base del celular el cual estará conectada con la parte del parabrisas delantera.

2.2.7.3 Visualización del Roadroid

La visualización de los datos obtenidos luego de realizar la evaluación de una carretera es por medio de una página Web (www.roadroid.com) mediante un lenguaje de programación (HTML5) que se basa en la observación de un mapa que muestra el estado de la carretera evaluada. Todos los datos registrados son enviados desde el smartphone a un servidor de Web Amazon en nube. Estos datos registrados son archivados en la nube en diferentes unidades y que posiblemente coinciden con geometría de carreteras como el caso del Open Street Maps (OSM) o el conocido Google Maps. La condición de la carretera se muestra por medio de datos que se dividen en 4 diferentes niveles para poder visualizarlos. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014)

Tabla 50: Condición de la Carretera mediante colores

Condición de la carretera	eIRI	Color
Bueno	< 2.2	Verde
Satisfactorio	2.2 - 3.8	Amarillo
No Satisfactorio	3.8 - 5.4	Rojo
Pobre	> 5.4	Negro

Fuente: Gutiérrez Quispe, (2018)

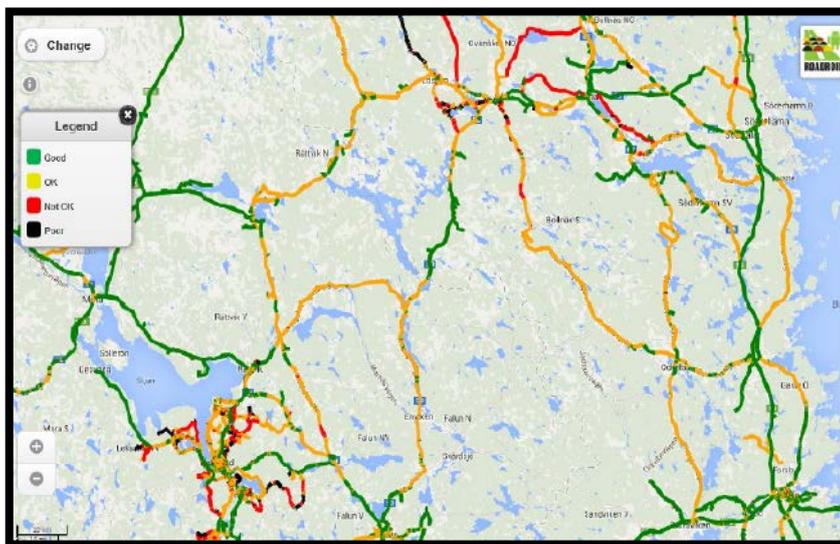


Figura 29: Base de Datos de Pavimentos en Suecia

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

El aplicativo Roadroid logra almacenar gran variedad de datos en archivos CSV, para obtener una mejor visión se requiere utilizar datos que podamos agregar o promediar, una de las formas de perfeccionar los datos que podamos obtener es agregando información de la carretera como el ancho de la carretera o el tráfico. Cabe recalcar que la geometría de la carretera a nivel mundial usa el Open Street Maps (OSM) o el Google Maps, pero también se pueden exportar en formatos shapefile y así usarlos en programas como ArcGIS, entre otros. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014)

2.2.7.4 IRI Calculado, IRI Estimado e Índice Roadroid

Como se había mencionado en la parte de la definición del IRI, la aplicación Roadroid calcula la rugosidad de 2 formas el cuales son el IRI

calculado (cIRI) y el IRI estimado (eIRI), pero también existe una tercera forma de medición referencial el cual se llama Índice Roadroid (RI)

- **IRI Calculado (cIRI)**

Luego de varias investigaciones se logró desarrollar un parámetro nuevo el cual se le denominó como IRI calculado (cIRI), en el caso que se logre calibrar de forma correcta el cIRI será de mucha utilidad para ello se requiere una velocidad que este entre los 60 a 80 km/h el cual permitirá recolectar los datos forma correcta. El IRI calculado (cIRI) utiliza el modelo de cuarto de carro usando un filtro saturado, el cual es recomendado por Roadroid para la obtención de valores precisos, se considera un método de clase 2 el cual necesita una velocidad constante a la hora de evaluar.

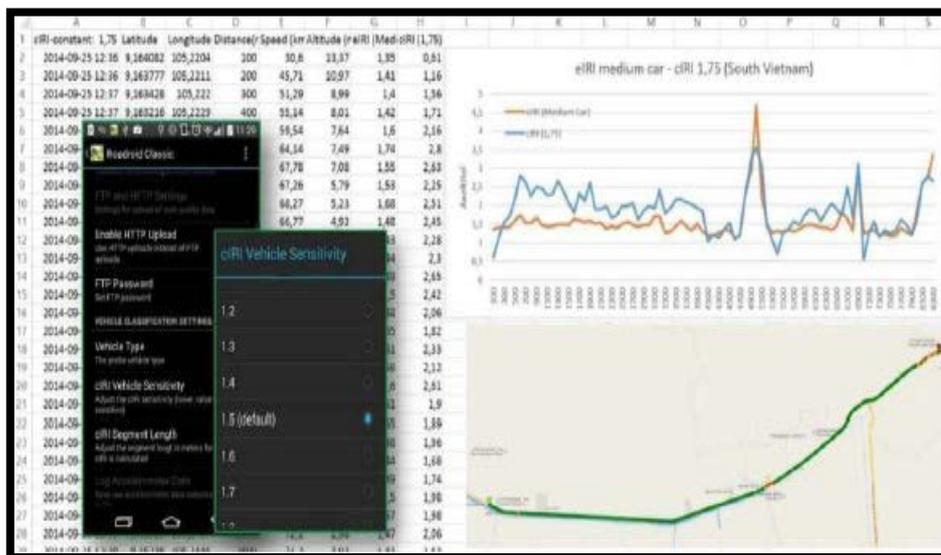


Figura 30: Configuración de medición del IRI con Roadroid

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

Para la medición del IRI calculado se debe tomar en cuenta las configuraciones previas en el programa Roadroid el cuales son el tipo de vehículo, sensibilidad y la longitud del tramo (de 20 a 200 m), el valor de la rugosidad se dará para tramo y también se encontrará un promedio de la rugosidad en todo el tramo evaluado, cabe recalcar que la velocidad del vehículo debe estar entre los 60 a 80 km/h. Los vehículos a escoger y poder configurar en la aplicación Roadroid son los vehículos pequeños, vehículos Sedan, Camioneta 4x4 y Bicicleta. Después de múltiples muestreos en

diferentes países se realizó una tabla donde recomiendan la mejor configuración de la aplicación para diferentes tipos de vía.

Tipo de Vía	Asfalto	Grava	Tierra
Velocidad	80 km/h	60 km/h	40 km/h
Sensibilidad cIRI	1,6	2,2	2,8
Longitud Tramo cIRI	40 m	100 m	200 m

Figura 31: Control para mediciones de cIRI

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

Si el dispositivo móvil es calibrado de manera correcta, cumpliendo la calidad que exige un método de clase 2 para el caso de vías pavimentadas o no pavimentadas a una velocidad constante a la requerida. Los datos que se obtienen mediante el móvil y la correlación con el IRI se relacionan mediante el software ProVal, el cual cuenta con gran índice de confiabilidad respecto al análisis de perfil de pavimentos contado como clientes en los Estados Unidos a Federal Highway Administration (FHWA) y el The Long Term Pavement Performance Program (LTPP). Mediante un estudio con el software ProVal que se basa en observar y analizar un perfil, se determinó que en las superficies rugosas el IRI calculado no es exacto, por otro lado, en caso de carreteras de grava presentan resultados excelentes generando alta expectativa. En la actualidad todavía se están realizando investigaciones respecto a la determinación del cIRI para satisfacer la expectativa, los resultados demuestran que el cIRI tiene mayor exactitud que el eIRI. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014)

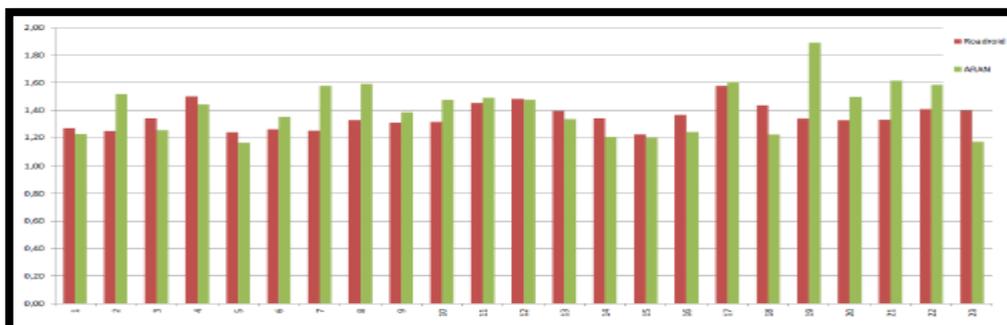


Figura 32: Comparación entre el Austrade Aran IRI (verde) vs cIRI (rojo)

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

- **IRI Estimado (eIRI)**

El IRI estimado (eIRI) se base en la aplicación de una fórmula de conversión lineal que se clasifico por el Banco Mundial mediante el método de la clase 3, se debe considerar la vibración de la textura de un pavimento puesto que esto afecta en la determinación de rugosidad. En saco se realice una circulación por la vía evaluada entre una velocidad de 20 a 80 km/h brindara valores confiables, el cambio de velocidad debe realizarse de forma mínima puesto que la aceleración afecta en los resultados. Se realizó una determinación de la ecuación de correlación en tramos de 20 metros que al ser comparados le opto por una ecuación de correlación lineal dando una dispersión R^2 igual a 0.5.

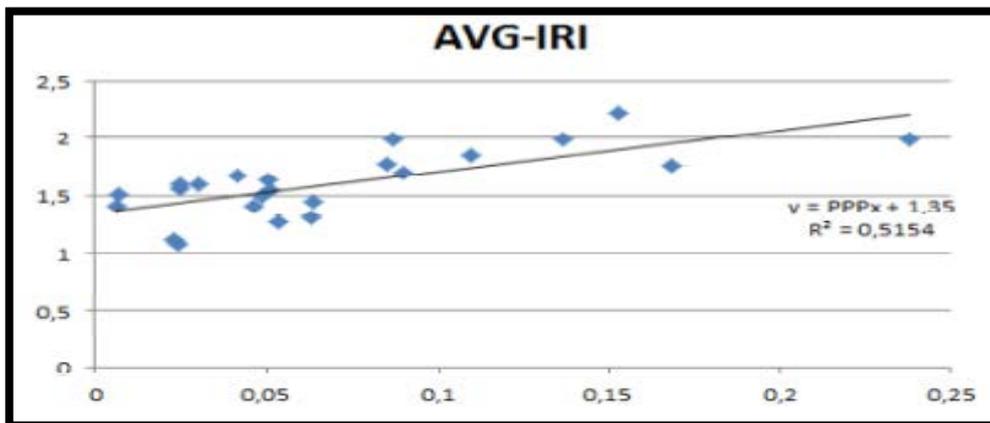


Figura 33: La correlación determinada para el eIRI

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

Al realizar diferentes investigaciones de distintas partes del mundo tanto en universidades como institutos se logró a demostrar que el IRI estimado (eIRI) tiene un porcentaje de 81% equivalencia con los resultados del IRI, es decir entre los resultados obtenido por un teléfono inteligente vs un equipo de la clase 1. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014)

- **Índice Roadroid (RI)**

Esta aplicación buscaba añadir datos a los mapas de toda la red de carreteras, con la finalidad de adquirir información de la calidad del pavimento en tiempo actual en función a áreas, distritos, etc. Es por ello que se creó un índice propio e independiente de la empresa Roadroid el cual llevaría el nombre

de Índice Roadroid (RI) que consistía en evaluar por medio de porcentajes originando un reporte del área que rodea la carretera evaluada, Un ejemplo que se pueda observar es la Figura N°19 donde se basa en área seleccionada de color anaranjado que encierra un polígono, se muestra el porcentaje de los tramos cada una con su condición. El Índice Roadroid (RI) es un parámetro que se usa para un tramo de la carretera, una carretera entera, un distrito, una región, una ciudad o incluso el mundo entero.



Figura 34: Índice Roadroid (RI)

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

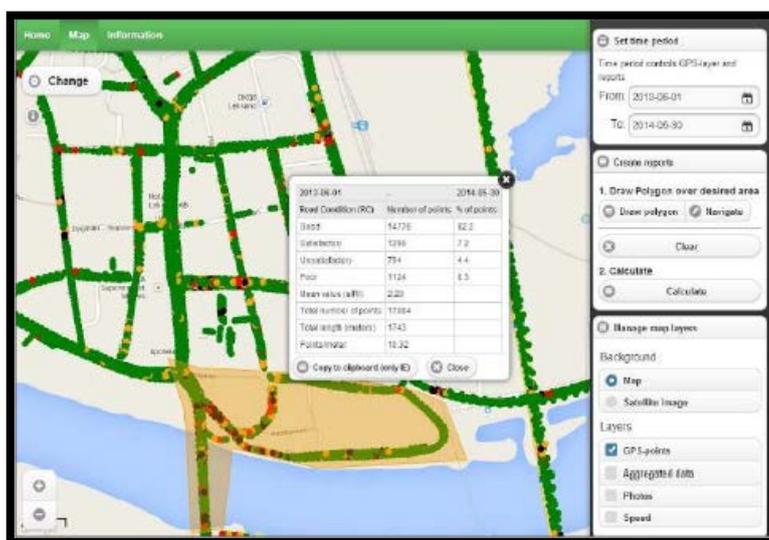


Figura 35: Filtro, selección y análisis de datos en la Web utilizando el Índice Roadroid (RI)

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

Para realizar un seguimiento de forma continua en la carretera en el transcurso del tiempo, el RI es adecuado para realizar informes con ayuda de datos de la condición de la carretera a evaluar. (Forslof Lars & Jones Hans, 2014).

Tabla 51: Reporte del seguimiento del cambio de condición de carretera utilizando el RI

Road Condition Change report Q4 - 2012														
Gävleborg														
Hudiksvall		Contractor NCC		69,4% 15,5% 7,4% 7,8%				65,8% 14,6% 8,5% 11,0%				ROADROID		
1089 Km		Phone 010-476 14 07		Q4 - 2012				Helår - 2012						
Road no.	Traffic	Class	Length	Comments	Good	Sat	Usat	Poor	TREND	Good	Sat	Usat	Poor	eIRI avg
E4	14000	1	143		93,9%	4,6%	0,9%	0,5%	3,4%	97,4%	2,0%	0,4%	0,3%	1,8
83	8300	2	167	Salt road	88,9%	7,4%	2,2%	1,5%	3,3%	85,6%	8,0%	3,2%	3,2%	2,6
84	7500	2	210	Salt road	90,9%	6,1%	1,7%	1,3%	1,6%	92,5%	4,8%	1,6%	1,1%	2,9
305	1200	3	105		76,7%	14,4%	5,3%	3,6%	-0,6%	77,3%	13,3%	5,2%	4,1%	4,5
307	900	3	75		93,7%	5,2%	0,7%	0,4%	0,4%	93,3%	5,5%	0,8%	0,4%	3,7
539	300	3	33	Gravel road						9,1%	23,2%	24,2%	43,4%	7,5
583	1700	3	89		96,9%	2,6%	0,2%	0,3%	0,0%	96,9%	2,0%	0,6%	0,5%	2,3
660	1850	3	64		88,6%	8,3%	0,6%	2,5%	9,1%	79,5%	9,7%	4,5%	6,3%	6,7

Fuente: Forslof Lars & Jones Hans, (2014)

2.2.8 Análisis de regresión y correlación

Como parte del análisis de las variables de dos dimensiones se encuentra el análisis de existencia de relaciones entre estas dos variables X e Y que conjuntamente forman parte de la variable bidimensional. (Gorgas, Cardiel & Zamorano, 2011)

Existen dos formas que guardan relación a pesar de ser diferentes para realizar el estudio de la relación entre dos variables tomando como punto de partida una muestra aleatoria. (Córdoba, 2006)

La primera forma de estudio se denomina análisis del modelo de regresión, este método consiste en calcular la relación funcional de la variable Y con respecto a una variable independiente con el propósito de calcular los valores de Y . (Córdoba, 2006)

La segunda forma de estudio se denomina correlación, este método consiste en calcular la variación simultánea de ambas variables y su nivel de relación, la manera de calcular el nivel de relación recibe el nombre de coeficiente de correlación y el valor numérico del cuadrado del coeficiente de correlación se llama coeficiente de determinación. (Córdova,2006)

2.2.8.1 Datos del diagrama de dispersión

Los n datos en parejas $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4) \dots \dots \dots (x_n, y_n)$ corresponden a los valores de la variable bidimensional (X, Y) donde los valores representados por " x_i " son valores de la variable independiente X y los valores " y_i " son valores de la variable dependiente Y . (Córdova,2009)

2.2.8.2 Diagrama de dispersión

Se presenta de manera factible visualizar el nivel de relación que guardan dos variables (X, Y) observando el gráfico elaborado en el plano cartesiano utilizando los datos (x_1, y_1) , este recibe el nombre de "Modelo de regresión", la representación obtenida muestra la tendencia de la relación auténtica entre dos variables analizadas. (Córdova,2009)

Córdova (2009), menciona que, enciona que el principal problema de la regresión es ajustar una función matemática a la cantidad de puntos representados en el diagrama cartesiano.

De acuerdo al tipo de función matemática que mejor se acomode a todos los datos, la asociación de las dos variables puede ser lineal o no lineal (parábola, polinomio, exponencial, hipérbola). El cálculo de esta función facilita calcular de forma aproximada los valores estimados de una de las variables a partir del valor que se le asigne a la otra. (Gorgas et al.2011)

Córdova (2009), demuestra las posibles relaciones existentes entre dos variables, por ejemplo, en el primer gráfico cartesiano los datos que se muestran una relación lineal con tendencia positiva entre las variables X e Y , el segundo gráfico cartesiano muestra una relación lineal con tendencia negativa, el tercer gráfico cartesiano los datos visualizan una relación no lineal y el cuarto gráfico cartesiano los datos visualizan ninguna relación válida de regresión.

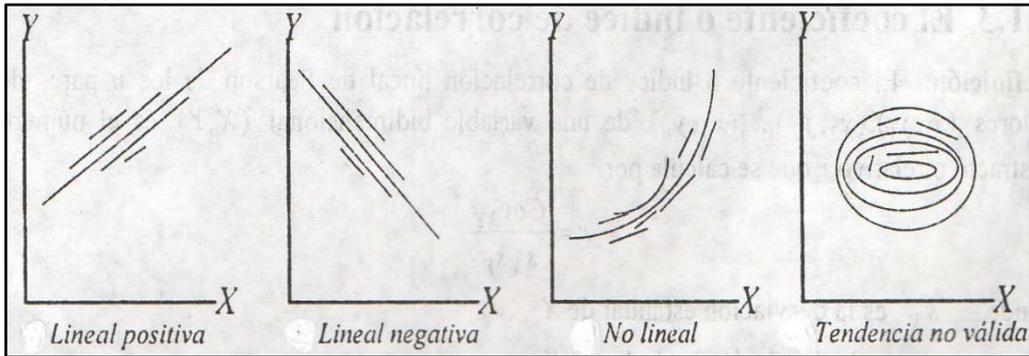


Figura 36: Tendencias de diagramas de dispersión

Fuente (Córdova, 2009)

2.2.8.3 Regresión lineal simple

Córdova (2009) indica que para una muestra de n datos $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ analizados de la variable de dos dimensiones (X, Y) la regresión lineal simple de la variable dependiente Y con respecto a la variable independiente X , consiste en obtener la ecuación de la recta $Y = a + bX$ que se adapte mejor a todos los valores de la muestra.

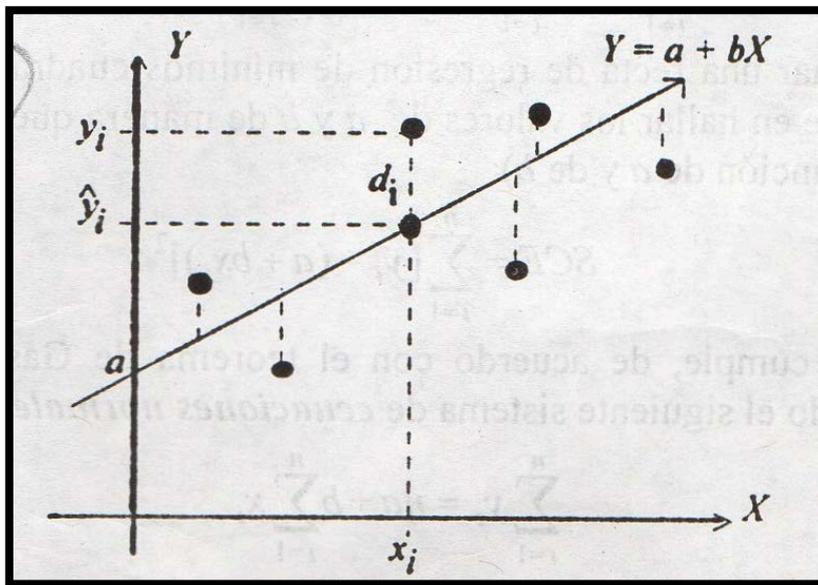


Figura 37: Desviaciones de valores observados y ajustados

Fuente: (Córdova, 2009)

El procedimiento para determinar un modelo de regresión, analizar el nivel de validez y calcular los valores de Y dado X se denomina análisis de regresión. (Córdova,2009)

Calcular la función lineal $Y = a + bX$ tiene como procedimiento calcular los valores numéricos de a y b utilizando todos los datos de la muestra. (Córdova,2009)

Córdova (2009), usa la notación \hat{y}_i para simbolizar un valor de Y calculado de la ecuación de regresión $Y = a + bX$ cuando X sea igual a x_i . Esto es, $\hat{y}_i = a + bx$.

Córdova (2009), menciona que, al valor \hat{y}_i recibe el nombre de valor pronosticado de la variable Y cuando $X = x_i$.

De esta forma Córdova (2009) menciona si x_i representa un valor en el modelo de regresión, por consiguiente (x_i, \hat{y}_i) viene a ser un punto de la recta de regresión.

Córdova (2009) denomina como error o residuo a cada diferencia (positiva o negativa) del valor observado y_i y el valor pronosticado \hat{y}_i .

$$d_i = y_i - \hat{y}_i$$

El método para calcular la recta que se adapte mejor a los n datos de la muestra (x_i, y_i) se conoce como mínimos cuadrados y se explica a continuación.

2.2.8.4 Ajuste de una recta de regresión

Gorgas et al. (2011) Menciona que para realizar el estudio de regresión lineal se analiza cómo se puede calcular los parámetros de una recta de regresión para determinar la recta que mejor se acomode al conjunto de puntos.

Para realizar este análisis Gorgas et al. (2011) hacen referencia al método de mínimos cuadrados.

Córdova (2009), indica que. en la gráfica N° 4 la recta que mejor se ajusta es la que tiene la facilidad de minimizar todos los residuos de los datos estudiados, pero imposibilita ejecutar este método porque se llega a demostrar que $\sum d_i = 0$.

De esta manera Córdova (2009), nos da a entender que debido a este problema se debe de minimizar el resultado de la suma de los residuos.

Córdova (2009) explica que la recta de regresión de mínimos cuadrados de Y en X es aquella que tiene la capacidad de minimizar la Suma de los Cuadrados de los Errores (SCE).

Córdova (2009), expresa la ecuación de la siguiente manera:

$$SCE = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

De esta manera, calcular la recta de regresión de mínimos cuadrados aplicando los datos obtenidos de una muestra, trata de calcular los valores de a y b de manera que la suma de estos valores sea la mínima, esta resulta ser una función entre a y b . (Córdova,2009)

$$SCE = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + bx_i)]^2$$

El requerimiento siempre llega a cumplirse, con respecto al teorema de Gass-Markow si a y b se determinan calculando las dos siguientes ecuaciones normales. (Córdova,2009)

Estas dos ecuaciones se llegan a calcular igualando a cero las derivadas de SCE en función a a con respecto a b correspondientemente estimadas como variables, ya que (x_i, y_i) son datos observados. (Córdova,2009)

Córdova (2009), muestra que, dando solución al sistema de ecuaciones normales para b se logra calcular lo siguiente:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Luego Córdova (2009) divide a esta expresión por n de la primera ecuación normal y se obtiene los siguiente:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Córdova (2009) denota el coeficiente b de las siguientes maneras

$$b = \frac{S_{XY}}{S_{XX}}$$

$$b = \frac{Cov_{XY}}{s_X^2}$$

Donde:

s_X^2 representa la varianza de X

Córdova (2009), indica que, luego se debe reemplazar $a = \bar{y} - b\bar{x}$ en $Y = a + bx$ para obtener lo siguiente:

$$Y - \bar{y} = b(X - \bar{x})$$

Finalmente, Córdova (2009) concluye que la recta de regresión descrita de esta manera comprende al punto (\bar{x}, \bar{y}) cuyos factores representa las medias de X y de Y respectivamente.

2.2.8.5 Interpretación del coeficiente de regresión b

Córdova (2009) menciona lo siguiente:

- El coeficiente b es la pendiente o el coeficiente de regresión lineal.
- La constante a es la ordenada en el origen.
- La pendiente se analiza por el signo de la siguiente manera.

Tabla 52: Interpretación del coeficiente de Regresión b

$b > 0$	$b = 0$	$b < 0$
Se entiende que la tendencia lineal tiene forma creciente, a mayores valores de X corresponden mayores valores de Y . También viceversa.	Para este caso Y continúa siendo constante para todos los valores que tome la variable X , de este modo no existe regresión.	Se entiende que la tendencia lineal es de forma decreciente a mayores valores de X le corresponden menores valores de Y . También viceversa.

Fuente (Córdova,2009)

Córdova (2009) menciona que la pendiente se puede analizar por su valor numérico de la siguiente manera:

$$b = \frac{b}{1} = \frac{\text{Ordenada}}{\text{Abscisa}}$$

De esta manera Córdova (2009) nos da a entender que b es el cambio promedio en Y cuando X cambia su unidad de medida, de esta manera se entiende lo siguiente, si x_i aumenta su magnitud en una unidad de medida, y aumentara su valor en promedio a los resultados de b . (Córdova,2009)

Generalizando si x_i aumentará " k " unidades de medida, de esta manera \bar{y}_i aumentará su valor promedio en kxb . (Córdova,2009)

2.2.8.6 Nociones de Regresión no Lineal

Por otra parte, Gorgas et al. (2011) menciona que el desarrollo del método de los mínimos cuadrados puede generalizarse para poder determinar expresiones parecidas para la regresión no lineal:

$$Y = (a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots a_nx^n)$$

Para los demás casos, Córdova (2009) menciona que cuando el par de valores de las variables X e Y no se adapten a una línea recta se utiliza una relación no lineal. Por medio del desarrollo de logaritmos se obtiene que una regresión no lineal sea transformada en una regresión lineal.

Tabla 53: Nociones de Regresión No Lineal

Ecuación	Transformación lineal
$Y = AB^X$	$\log Y = \log A + (\log B)X$
$Y = AX^B$	$\log Y = \log A + B \log X$
$Y = 1/(A + BX)$	$1/Y = A + BX$

Fuente (Córdova, 2009)

2.2.8.7 El Coeficiente de Correlación

La correlación se encarga de estudiar el nivel de relación de dos variables, de este modo el análisis de la correlación tiene como objetivo estudiar hasta dónde llega la dependencia entre dos variables. (Gorgas et al.2011)

Gorgas et al. (2011) menciona que la correlación lineal estudia el nivel del conjunto de puntos que se representan en un modelo de regresión se acomoda mejor a una recta.

Resulta más conveniente que el conjunto de puntos se acomode a una recta de este modo el grado de correlación lineal será mayor. (Gorgas et al.2011)

De esta manera Gorgas et al. (2011) afirma que el análisis de la correlación lineal guarda una relación estrecha con el análisis de la regresión lineal.

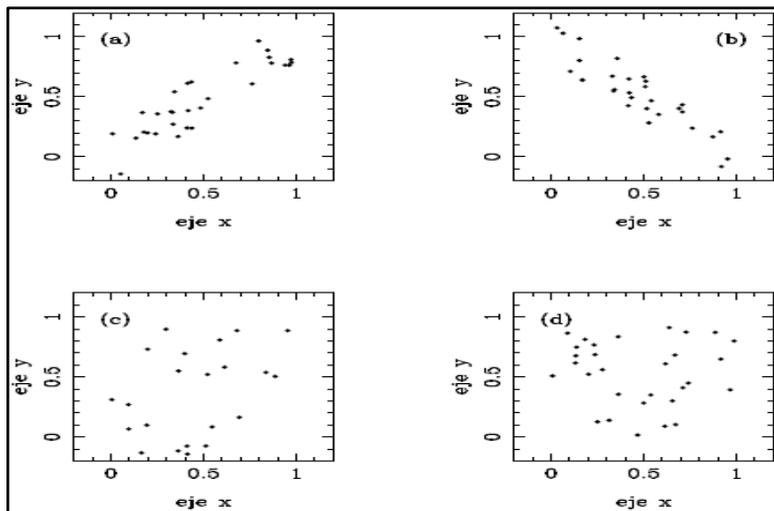


Figura 38: Distintos ejemplos sencillos de correlaciones

Fuente (Gorgas et al.2011)

Gorgas et al. (2011) explica en la imagen N° 1 la correlación de un grupo de puntos: Positiva (a), negativa (b), débil positiva (c) y sin correlación (d).

Córdova (2009) define el coeficiente correlación lineal de los "n" pares de valores $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)$ de una variable compuesta por

dos dimensiones (X, Y) como el valor numérico que se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$r = \frac{Cov_{XY}}{s_X s_Y}$$

Donde:

Cov_{XY} representa la covarianza de las variables en pareja (X, Y)

s_X representa la desviación estándar de X

s_Y representa la desviación estándar de Y

Córdova (2009) menciona que, al desarrollar las siguientes igualdades

$$S_{XX} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - nx^{-2}$$

$$S_{YY} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - ny^{-2}$$

Se verifica la siguiente ecuación:

$$r = \frac{S_{XY}}{(\sqrt{S_{XX}})(\sqrt{S_{YY}})} = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{(\sqrt{\sum x^2 - nx^{-2}})(\sqrt{\sum y^2 - ny^{-2}})}$$

Finalmente, Córdova (2009) indica que el valor del coeficiente de correlación obtenido de la muestra es un número real que tiene un valor que se ubica en un rango entre -1 y +1.

2.2.8.8 La Covarianza

Se describe que la covarianza de datos observados en una muestra es la estadística que puede calcular el nivel de variación, dispersión o concentración en grupo de los datos proporcionados por las variables emparejadas (X, Y) con respecto a sus medidas respectivas (\bar{x}, \bar{y}) . (Córdova, 2009)

Por otra parte se puede definir a la covarianza de n valores (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) , (x_4, y_4) (x_n, y_n) de una variable con dos dimensiones (X, Y)

como el número real que se expresa por Cov_{XY} y que se especifica como la media aritmética de los productos de las desviaciones en conjunto de todos los datos referidos a sus medias respectivamente. (Córdova,2009)

$$Cov_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n}$$

Córdova (2009) explica que el numerador de la covarianza así mismo se expresa por S_{xy} y cumple las siguientes relaciones:

$$S_{XY} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Luego,

$$Cov_{XY} = \frac{S_{XY}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x}\bar{y}$$

Finalmente, Córdova (2009) menciona que el resultado de la covarianza tiene la posibilidad de ser negativo.

2.2.8.9 Interpretación del coeficiente de correlación

Tabla 54: Interpretación del índice de correlación

$r = -1$	$r = 0$	$r = 1$
Existe una correlación lineal perfecta negativa o inversa	No existe correlación entre las dos variables	Existe una correlación lineal perfecta positiva o directa

Fuente Córdova, 2009

Gorgas et al. (2011) establece los siguientes casos para valores calculados con mayor proximidad a 1 o -1:

- $0 < r < 1$ Existe una correlación positiva pero no perfecta
- $-1 < r < 0$ Existe correlación negativa

Finalmente, Gorgas et al. (2011) menciona que para los casos anteriores la correlación existente se debe cuantificar.

2.2.8.10 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación sirve como una manera de medir la proximidad del ajuste del modelo de regresión. Cuanto mayor sea el valor de su magnitud, el ajuste será más exacto y la ecuación de regresión tendrá una mayor utilidad. (Córdova,2009)

El nivel de ajuste de la ecuación a los datos se estudia de manera descriptiva utilizando el concepto de coeficiente de determinación. (Córdova,2009)

Córdova (2009), menciona que, el coeficiente de determinación se representa por r^2 y se calcula como el cociente de la suma de cuadrados de regresión sobre la suma de cuadrados total.

Córdova (2009), menciona que, el coeficiente de determinación de la regresión de Y en X se describe mediante la siguiente fórmula.

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Aplicando esta fórmula a la de suma de cuadrados obtenemos lo siguiente:

$$1 = \frac{\text{Suma de Cuadrados de los Errores}}{\text{Suma de Cuadrados Total}} + r^2$$

De esta manera Córdova (2009) menciona que para calcular el coeficiente de determinación (r^2) será suficiente calcular el coeficiente de correlación (r) y después elevar el resultado al cuadrado.

Tabla 55: Interpretación del coeficiente de determinación

$0 \leq r^2 \leq 1$ $-1 \leq r \leq 1$	$r^2 = 1 \leftrightarrow SCE = 0$ $r^2 = 1 \leftrightarrow y_i = \hat{y}_i$	$r^2 = 0 \leftrightarrow SCR = 0$ $r^2 = 0 \leftrightarrow \hat{y}_i = \bar{y}$
<p>$r > 0$ Hay correlación directa positiva, las dos variables pueden aumentar o disminuir sus valores en simultáneo.</p> <p>$r < 0$ Hay correlación inversa negativa, al aumentar los valores de una variable disminuyen los valores de la otra, viceversa.</p> <p>$r = 0$ No existe correlación entre ambas variables por ende no existe regresión de Y en X.</p>	<p>Los valores representados por y_i forman parte de la recta de regresión, para este caso existe una correlación perfecta en X e Y.</p> <p>$r = 1$ Existe una correlación perfecta positiva.</p> <p>$r = -1$ Existe una correlación perfecta negativa.</p>	<p>Esto se aplica para todos los datos de la muestra.</p> <p>Si y_i no varía sus valores cuando varía x_i, se concluye que no existe correlación ni regresión.</p>

Fuente: Elaborado por los autores.

2.3 Definición de Términos Básicos

- **AASHO:** Precursora de la AASHTO. American Association of State Highway Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras del Estado).
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials o en español como Sociedad Americana para Pruebas y Materiales es una organización de todas las normas internacionales que se encarga de desarrollar y publicar acuerdos con las normas técnicas.
- **Índices de la Condición Superficial:** Agrupa diferentes tipos de índices que estudian la condición superficial del pavimento, entre los más conocidos se encuentra el Índice de Condición del Pavimento y el Índice de Rugosidad Internacional ambos involucrados en la evaluación del pavimento.
- **IMDA:** Índice diario medio anual referido al volumen de tránsito en una vía
- **IRI:** Índice de Regularidad Internacional o Índice de Rugosidad Internacional. Medición del estado de servicialidad de una vía en base a las irregularidades verticales a lo largo de un eje de recorrido.

- **PCI:** Pavement Condition Index. Es un método minucioso de establecer la condición de un paño de pavimento. Por su carácter muy detallado se aplica solo en áreas pequeñas y generalmente para investigación, escasamente para monitoreo vial.
- **Fallas del pavimento:** Según el Índice de Condición del Pavimento lo divide en 19 tipos de deterioros el cual se clasifican mediante la norma ASTM D6433-11.
- **Nivel de Severidad:** Es la evaluación de calidad de los deterioros del pavimento el cual se dividen en baja, media y alta.
- **Serviciabilidad:** En una vía, el estado de transitabilidad que presenta la vía. La condición de comodidad y adecuación al buen tránsito producto de sus características constructivas y su condición de desgaste y mantenimiento.
- **Superficie del Pavimento:** Parte de la calzada que hace contacto con las ruedas del vehículo. Determina las cualidades del tránsito, el agarre de las llantas, la sensación de confort, en parte la velocidad posible, etc.
- **Modelo de Regresión:** Consiste en la visualización del nivel de relación que existen entre dos variables (X, Y) el cual permite mostrar la tendencia de relación entre ambas variables.
- **Coefficiente de Correlación:** Es la encargada de estudiar el nivel de relación de dos variables.
- **Roadroid:** Aplicativo para smartphones el cual busca calcular la rugosidad de forma precisa y sencilla.
- **IRI estimado:** Clasificado por el Banco Mundial un método de análisis de clase 3, para el análisis de este se recomienda mantener una velocidad de 20 a 80 km/h.
- **IRI calculado:** Considerado un método de clase 2, para el análisis de este se recomienda mantener una velocidad constante de 60 a 80 km/h.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Los Índices de la condición superficial del pavimento para la determinación del modelo de regresión en la Avenida Defensores del Morro se relacionan directamente.

2.4.2 Hipótesis Específicas

Cada tipo de falla del PCI se ubicará en el eje “Y” del diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro.

Cada rugosidad IRI se ubicará en el eje “X” del diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro.

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Método de la Investigación

El método en nuestra investigación es deductivo – analítico puesto que se realizó una revisión de las diferentes normas y conceptos teóricos aplicados en nuestra investigación los cuales fueron considerados para la aplicación.

3.1.2 Enfoque de la Investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo puesto que buscamos encontrar una relación entre los dos Índices la cual es expresada en un modelo de regresión y para ello se tiene que tomar lectura de las variables numéricas y relacionarlas estadísticamente.

3.1.3 Tipo de Investigación

Es una investigación básica puesto que buscamos incrementar y generar conocimiento, respecto a la relación entre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de la Condición del Pavimento (PCI) pudiendo constatar si existe o no y cuan fuerte es su relación.

3.1.4 Nivel de la Investigación

Nuestra investigación tiene un nivel correlacional puesto que busca relacionar 2 índices de importancia para la evaluación de pavimentos.

3.1.5 Diseño de la Investigación

Nuestra investigación es no-experimental puesto que se realiza estudios prácticos en campo mediante el Roadroid para el IRI con la ayuda de un vehículo y dispositivo móvil, por otro lado, para el PCI se utiliza una cámara GoPro para obtener una grabación y fotos de todo el tramo a evaluar, pero estos datos que vamos a obtener son ya establecidos por el tramo estudiado, pero no vamos a cambiar o mejorar dichos datos encontrados es por ello que con estos datos obtendremos un modelo de regresión.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está comprendida por el pavimento flexible en la Avenida Defensores del Morro el cual está ubicado en la ciudad de Lima en el distrito de

Chorrillos, desde la intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro (Grifo Primax) culminando en el progresiva 3 + 700 de la red vial vecinal para la ida con dirección a la intersección de la Panamericana Sur y para la vuelta desde la Progresiva 3+ 700 hasta la Progresiva 7 + 400 intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro (Grifo Primax).

3.2.2 Muestra

- **Para el Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

Las muestras que se estudiará en la Avenida Defensores del Morro serán de 7.4km para ida y vuelta el cual se va a subdividir en 74 muestras de 100 m cada uno, para realizar los cálculos se utilizara la norma ASTM D6433-11.

- **Para el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)**

Las muestras que se estudiará en el tramo en la Avenida Defensores del Morro serán de 7.4km para ida y vuelta el cual se va a subdividir en 74 muestras de 100 m cada uno, para realizar la evaluación se usara el aplicativo Roadroid el cual es un dispositivo de clase 3 y se toma como referencia el Boletín N°46 del Banco Mundial.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 56: Variables Independiente y Dependientes

Variable Independiente	Variable Dependiente
INDICADORES DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	MODELO DE REGRESION

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 57: Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDICADORES DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	<p>Para realizar una evaluación de la condición superficial de una carretera es analizar dos indicadores el cuales son el Indice de Condición del Pavimento (PCI) que estudia el estado y condición del pavimento mediante ello permite clasificar el pavimento a evaluar y representa de forma numérica que empieza desde un 0 (pavimento fallado o en mal estado) hasta el número más alto que es 100 (pavimento en excelente estado), por otro lado el Indice de Rugosidad Internacional (IRI) es un modelo matemático donde busca calcular el movimiento acumulado de un vehículo que transita en la superficie de un pavimento a una velocidad de 80km/h.</p>	<p>Para determinar el estado de un pavimento debemos saber los tipos de deterioros, para ello se usa la Norma ASTM D6433-11 donde se explica los 19 Tipo de falla que pueda haber en un pavimento y los 3 niveles de severidad (bajo, medio y alto).</p>	INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)	Tipo de Falla
		<p>La rugosidad según el MTC para una carretera pavimentada es de 0.00 a 12.00 m/km y para vías no pavimentadas son valores mayores a 20.00 m/km.</p>	INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)	Rugosidad

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 58: Operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR
MODELO DE REGRESION	<p>El objetivo de un Modelo de Regresión es tratar de explicar la relación que existe entre una Variable Dependiente (Y) y una serie de Variables Independientes (X) y poder llegar a un Ecuación de Regresión.</p>	<p>Mediante un Diagrama de Dispersión podremos ubicar los ejes y evaluar su relación de ambas para posteriormente poder obtener una Ecuación de Regresión respecto a una Variable Dependiente (Y) y una serie de Variables Independientes (X).</p>	Ecuación de Regresión	Diagrama de Dispersión

Fuente: Elaborado por los autores.

3.4 Técnicas

➤ **Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mediante uso del Aplicativo Roadroid**

Lo primero que debe realizar para poder evaluar el Índice de Rugosidad Internacional mediante el aplicativo Roadroid es poder contar con el acceso libre a esta aplicación por lo que se debe registrar y solicitar una cuenta enviando un correo a market@roadroid.com solicitando una cuenta gratuita para fines de investigación donde se detalla la universidad, asesor, tesis y código de IMEI de los tesistas. Mediante el uso del aplicativo Roadroid el cual es obtenido de manera gratuita para fines de investigación este es instalado en un móvil que tenga señal de GPS e Internet a la vez se configura de acuerdo al tipo de vehículo a usar y se coloca en la parte parabrisas delantero con la ayuda de un sujetador que gracias a este aplicativo podremos establecer una calibración exacta el cual permitirá su adecuada funcionalidad, cuando ya esté instalado en el automóvil se procede a dar marcha donde se recomienda tener una velocidad de 70 – 80 km/h pero se puede trabajar a partir de una velocidad igual o mayor a 30 km/h, el aplicativo puede tomar datos desde cada 10 metros y hasta los 200 metros el cual en nuestra investigación se realizara a cada 20 metros en ambas calzadas para tener datos más exactos. Una vez finalizado dicha acciones se procede a grabar los datos a la data para luego poder visualizarlos los datos procesados en la página oficial de Roadroid el cual toma de 2 horas a más dependiendo la cantidad de datos para poder tener acceso, el cual contienen archivos de nuestro pavimento estudiado donde podremos observar mediante el CIVIL 3D, Google Earth y el otro en un Excel donde obtendremos el cIRI y el eIRI cada (5,10,20,50,100 o 200 metros) también podremos tener un mapa del pavimento coloreada con el estado de dicha ruta estudiada mediante los colores verde, amarillo, rojo y negro.

➤ **Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) mediante**

Mediante el uso de una cámara GoPro EKKO X2 se realizará la grabación del recorrido realizado en el pavimento flexible el cual proporcionará una inspección visual de mayor detalle ahorrando tiempo en la ejecución de ello de manera presencial y de esa forma poder encontrar las diferentes fallas

encontradas en la Avenida Defensores del Morro. Todo este procedimiento está reglamentado por la norma ASTM D6433 – 11 el cual detalla todos los puntos a considerar.

3.5 Instrumentos, Equipos y Materiales

➤ **Equipos**

Equipo móvil Samsung Galaxy S10 Plus

Renault Sandero 4x2 del 2011

➤ **Materiales**

Regla metálica

Cuaderno de apunte

Wincha Truper

➤ **Instrumentos**

Microsoft Excel 2016

Microsoft Word 2016

Microsoft Project 2016

Aplicativo Roadroid

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la recolección de los datos respecto al Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Avenida Defensores del Morro, haciendo el uso de la aplicación Roadroid para el caso de IRI y para el PCI se usó una inspección visual mediante el uso de una GoPro para la grabación y toma de fotos mediante una cámara profesional.

4.1 Recolección de datos del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) por medio de la aplicación Roadroid

4.1.1 Planificación

Por la situación que atraviesa nuestro País por motivos del Covid-19 se tuvo que realizar una planificación debido al estado de emergencia y la prohibición de circular en la noche por las calles de Lima, para poder realizar el estudio del IRI en un vehículo automotor y mantener una velocidad de 20 a 80 km/h para poder obtener resultados confiables, es por ello que se tomó la decisión de realizar la toma de datos el día domingo 5 de Julio del 2020, ya con el fin de la cuarentena y pudiendo circular por las calles de Lima de lunes a domingo en horarios desde las 4:00 am hasta las 22:00 pm, circulando por la avenida Defensores del Morro hasta la intersección con la Panamericana Sur manteniendo una velocidad alrededor de los 40 a 80 km/h en ambos carriles para ambas calzadas (ida y vuelta).

Las herramientas usadas para la recolección de datos fueron los siguientes:

- Automóvil SANDERO 4x2 de la marca Renault fabricado en el año 2011, que nuestra aplicación Roadroid lo considera como un vehículo mediano.



Figura 39: Automóvil Renault Sandero

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 40: Celular Samsung S10 Plus con sujetador.

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 41: Aplicativo Roadroid versión 2.4.6.

Fuente: Roadroid, (2020)

4.1.2 Procedimiento

El procedimiento para obtener el IRI se inició desde la intersección de la Av. Alameda Sur con la Av. Defensores del Morro (Grifo Primax) culminando en el Progresiva 3 + 700 de la red vial vecinal para la ida con dirección a la intersección de la Panamericana Sur y para la vuelta desde la progresiva 3+ 700 hasta la progresiva 7 + 400 intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro (Grifo Primax) esta evaluación se realizó en tramos de 100 metros.



Figura 42: Tramo evaluado

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 43: Avenida Defensores del Morro

Fuente: Elaborado por los autores.

Para la obtención del IRI mediante la aplicación de Roadroid se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Obtener la licencia del Roadroid el cual la empresa Sueca Roadroid a cargo de los Ingenieros Lars Forslof Arbetet y Basir Habibi nos proporcionó una versión gratuita para fines de investigación, creándonos una cuenta para poder acceder a su página <http://roadroid.com/Account/Login> en donde encontraremos los archivos (excel, videos, fotos y kml) subidos de los tramos que evaluamos.
- b) Ya obtenida la licencia del Roadroid, se procede a instalar el parante o sujetador del móvil al parabrisa delantera del vehículo como se observa en la Figura N°44, de modo que este sujetador se encuentre fijo y estable.



Figura 44: Parante del móvil

Fuente: Elaborado por los autores.

- c) Se debe colocar el móvil de forma horizontal que es recomendable para la evaluación, se debe activar los datos de internet y el gps. Luego se procede a abrir la aplicación.

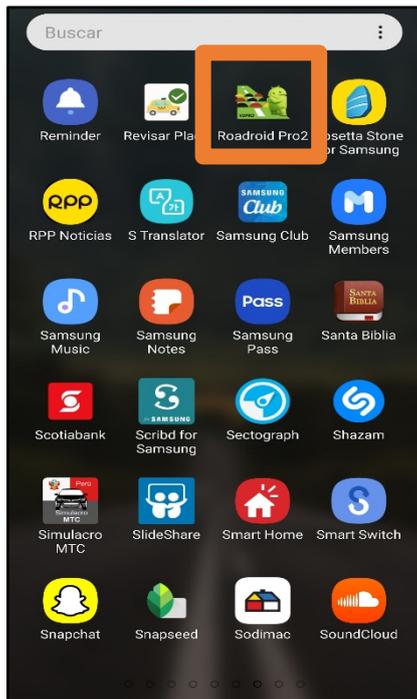


Figura 45: Aplicación roadroid

Fuente: Elaborado por los autores.

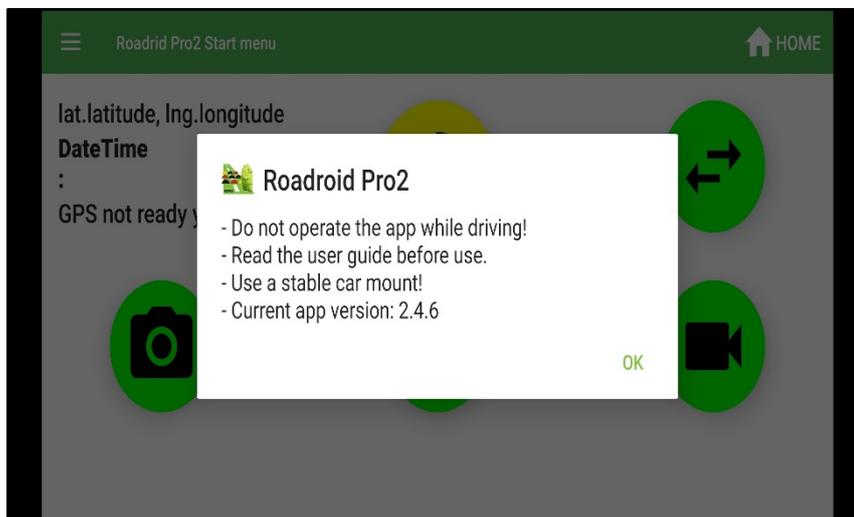


Figura 46: Inicio de la aplicación roadroid

Fuente: Elaborado por los autores.

- d) Se dirige a la opción de Settings como se aprecia en la Figura N°47 para configurar el tipo de vehículo y poder configurar sobre las fotos que se tomarán en el tramo dándole la opción de tomar fotos cada (50-100-160-250 metros) como se muestra en la Figura N°49.

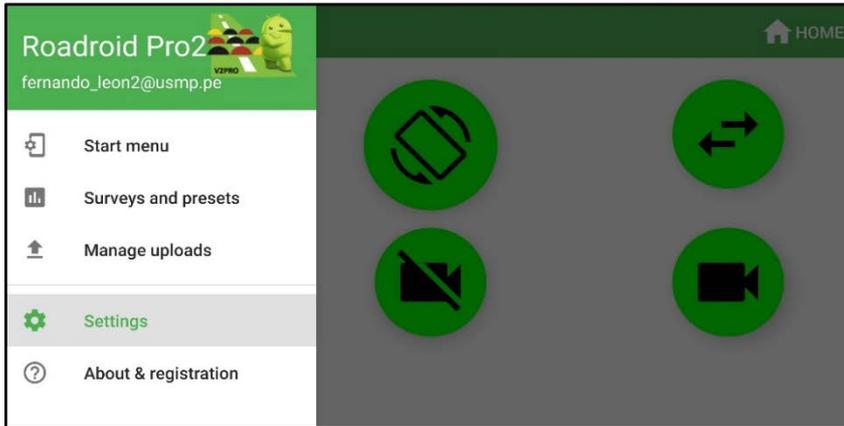


Figura 47: Opción settings de la aplicación roadroid

Fuente: Elaborado por los autores.

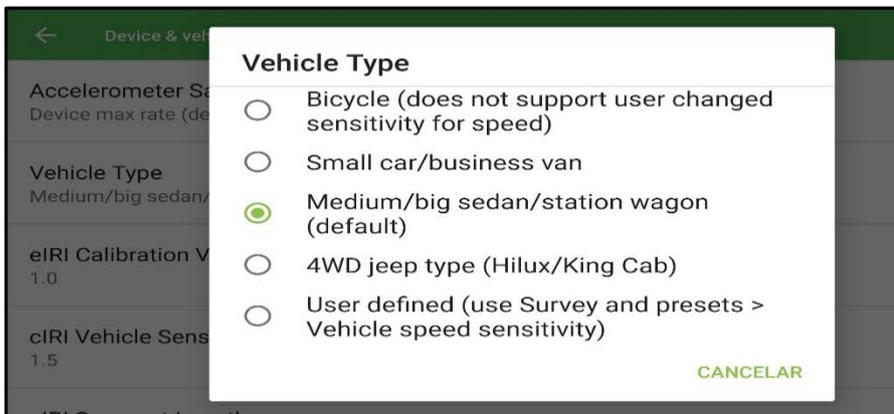


Figura 48: Opción del tipo de vehículo

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 49: Opción captura de fotos en segmentos a cada 100 m

Fuente: Elaborado por los autores.

- e) Luego volvemos a la parte inicial de la aplicación Roadroid para poder calibrar la posición en el móvil con las coordenadas X, Y, Z que tiene

que estar más cerca al número cero “0” y tener el check de OK en color verde que se muestra en la Figura N°51.



Figura 50: Pantalla de Inicio del Roadroid

Fuente: Elaborado por los autores.

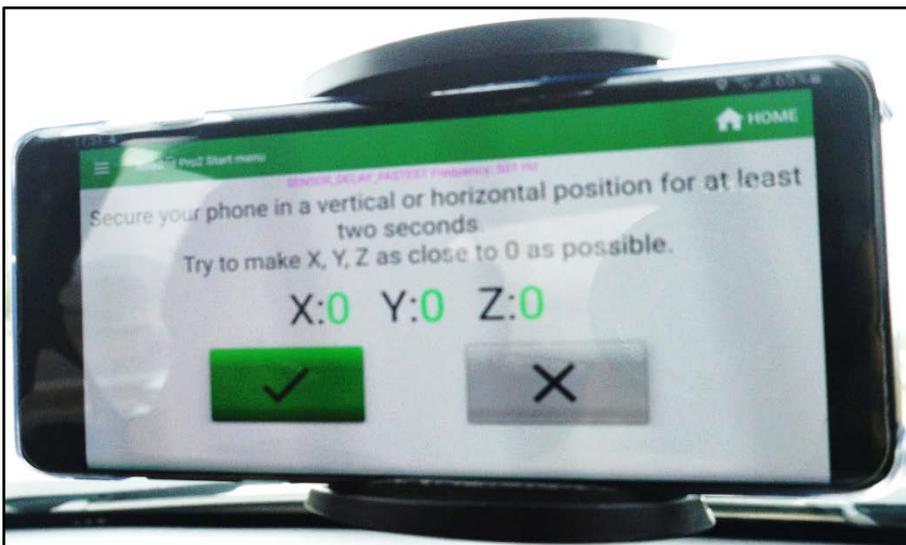


Figura 51: Calibración del móvil respecto al sujetador

Fuente: Elaborado por los autores.

- f) Se procede a seleccionar la opción el cual se realizará la evaluación del IRI en tramo, el cual pueden ser tomando fotos, grabando el tramo y sin fotos ni videos, se podrá ponerle un nombre al archivo que se va a generar, en esta opción se puede apreciar el tiempo, el IRI, el cIRI, velocidad, distancia, latitud y la temperatura.

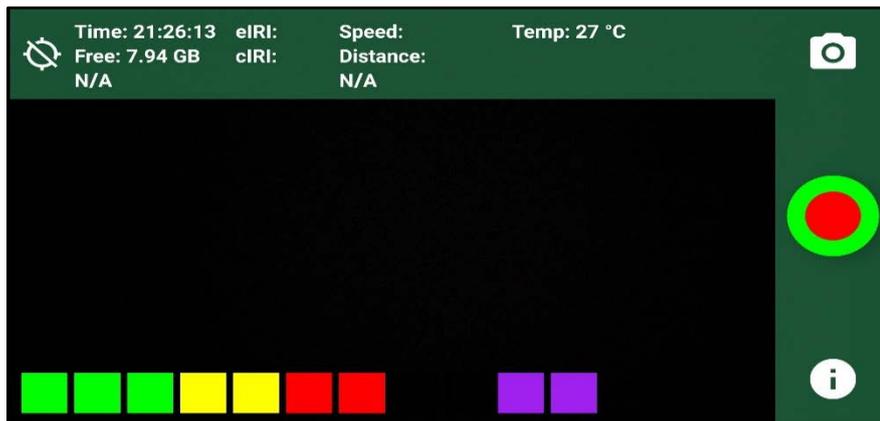


Figura 52: Evaluación del IRI con Roadroid

Fuente: Elaborado por los autores.

- g) Una vez culminado el tramo se procede a darle en STOP y automáticamente se guardarán los datos en el dispositivo, luego se procede a subir los datos de la data y la media de las fotos y videos, estos datos se subirán en www.roadroid.com el cual debemos esperar entre 1 a 2 horas aproximadas para que se puedan subir los archivos a la plataforma de Roadroid.

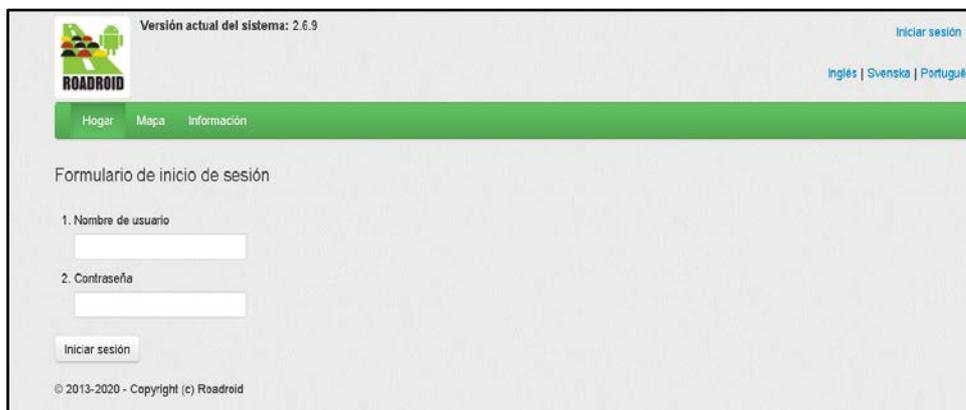


Figura 53: Página Web para descargar datos

Fuente: Elaborado por los autores.

- h) En la plataforma de Roadroid se puede encontrar la condición del pavimento estudiado expresado con un mapa parecido al Google Maps el cual se observa todo el tramo coloreado según el estado del pavimento.

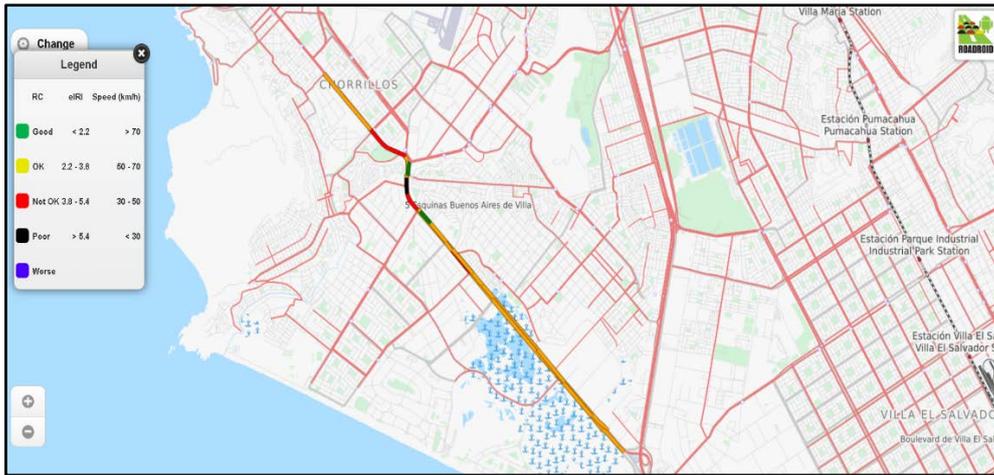


Figura 54: Condición del pavimento

Fuente: Elaborado por los autores.

- i) En la plataforma se puede crear reportes como el crear un polígono y el Roadroid brindara un IRI promedio en el polígono encerrado.

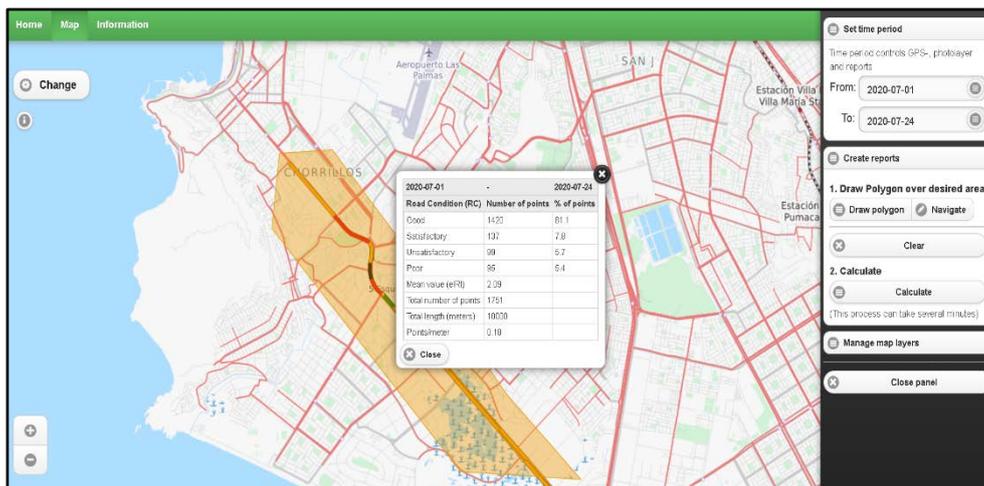


Figura 55: IRI promedio en un polígono

Fuente: Elaborado por los autores.

- j) También se tiene una opción en esta plataforma de “Condición del Pavimento” el cual se llama manage map layers en donde se puede seleccionar los layers (puntos de rugosidad, rugosidad links, fotos, videos y velocidad) que se desean que se muestren en el mapa.

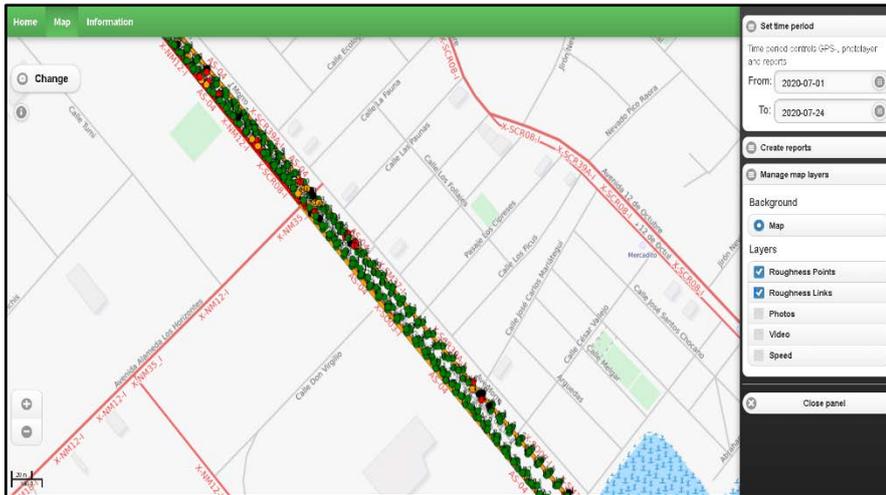


Figura 56: Opción links de rugosidad y puntos de rugosidad

Fuente: Elaborado por los autores.

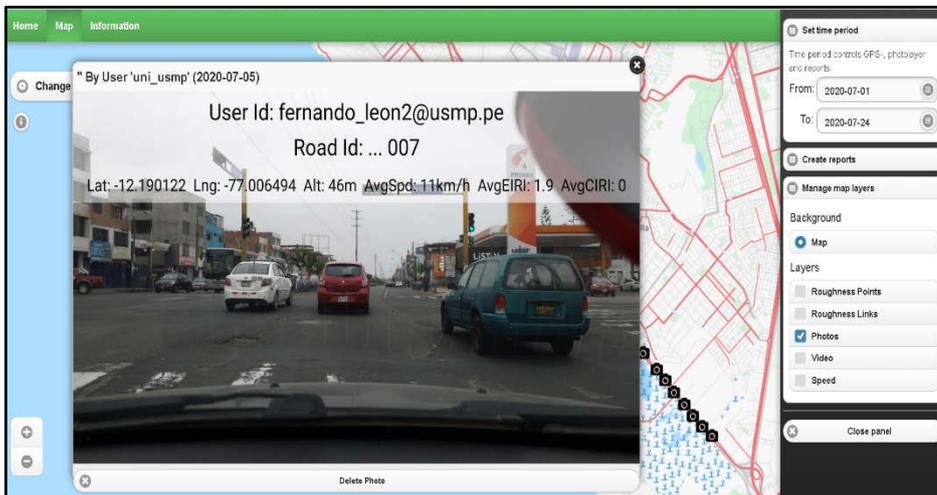


Figura 57: Opción fotos cada 100 metros

Fuente: Elaborado por los autores.

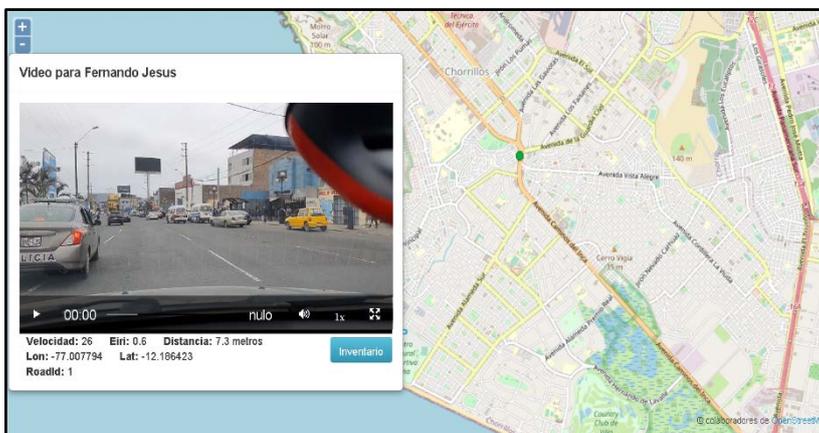


Figura 58: Opción video de todo el recorrido

Fuente: Elaborado por los autores.

- k) Se tiene la opción de importar el historial de todas las evaluaciones subidas desde la data del celular a la página web de Roadroid el cual en la primera vista nos muestra la fecha, el usuario, el estado de la importación, eIRI promedio, cIRI promedio, velocidad promedio y la longitud encuestada.

Tabla 59: Lista del historial para importar

Lista de historial de importación										
mostrar 25		entradas		Buscar:			Tipo: Todas			
Fecha de importación	Nombre de usuario	Nombre de la unidad	Estado de importación	Promedio eIRI	Promedio cIRI	La velocidad promedio	ID del camino	Longitud de encuesta (m)	Tipo	
05/07/2020 20:01:12	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	2,3	1,9	38,3	...008	3767	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 19:40:30	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	1,8	1,5	41,0	...007	3818	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 19:40:26	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	1,9	1,7	39,8	...006	3768	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 19:40:21	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	1,8	1,4	45,5	...005	3788	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 19:40:18	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	2,5	2,1	44,3	...004	3772	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 19:40:12	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	1,8	1,6	43,0	...003	3754	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 19:40:07	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	2,1	1,6	37,0	...001	1836	Condiciones del camino	Detalles
05/07/2020 18:40:04	uni_usmp	Fernando Jesus	Importar OK	2,5	2,0	31,9	1	99	Condiciones del camino	Detalles

Fuente: Elaborado por los autores.

- l) En esta plataforma se puede dar a la opción detalles de alguna evaluación realizada en donde podremos generar archivos kml y también generar un archivo excel del IRI en diferentes tramos (5-10-20-50-100-160-200 metros).
- m) En el archivo kml el cual es compatible con el programa Google Earth donde se podrá ver en un mapa todo el tramo que se ha recorrido con respectivos puntos a cada 5-10-20-50-100-160-200 metros, detallando el IRI calculado (cIRI), IRI estimado (eIRI) y la velocidad.

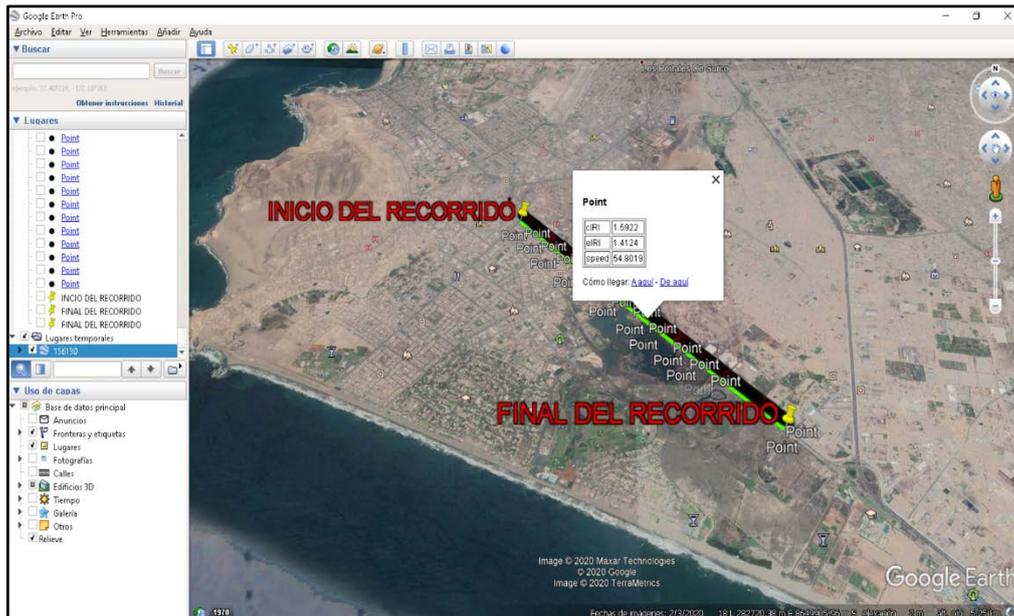


Figura 59: Google Earth

Fuente: Elaborado por los autores.

- n) También se puede generar un archivo en formato “.txt” el cual se puede exportar a Microsoft Excel en tramos diferentes (5-10-20-50-100-160-200 metros), en donde observamos la fecha y hora, longitud, latitud, distancia, velocidad, altitud, grado, IRI estimado (eIRI), IRI calculado (cIRI).

Tabla 60: Datos de Roadroid en formato “.txt”

Archivo Edición Formato Ver Ayuda												
eIRI-sensitivity: 1,5 eIRI-sensitivity 1												
Date/Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId			
05/07/2020 12:48:01	-12,214706	-76,981911	100	35	34,18	0	1,97	1,35	...	008	...	008
05/07/2020 12:48:11	-12,2140787150273		-76,982690067097	200	46,74	34,53	0,35	1,33	1,29	...	008	...
05/07/2020 12:48:18	-12,2135255620913		-76,983241103387	300	48,85	34,76	0,22	2,1	1,74	...	008	...
05/07/2020 12:48:26	-12,2127630513607		-76,9839900185721	400	48,02	34,71	-0,04	2,03	2,38	...	008	...
05/07/2020 12:48:33	-12,212206873414		-76,984542126586	500	46,22	34,4	-0,31	1,73	1,56	...	008	...
05/07/2020 12:48:41	-12,2115315732312		-76,9852081910996	600	42,69	34,9	0,5	3,35	2,35	...	008	...
05/07/2020 12:48:49	-12,2109618647685		-76,9857719211465	700	45,28	35,27	0,37	1,67	1,85	...	008	...
05/07/2020 12:48:57	-12,2102669957809		-76,9864476064439	800	46,05	35,29	0,02	2,83	1,96	...	008	...
05/07/2020 12:49:05	-12,2096142002306		-76,987090190675	900	29,3	34,98	-0,31	1,63	1,52	...	008	...
05/07/2020 12:49:20	-12,2089942610468		-76,9877056031821	1000	34,81	34,78	-0,19	1,72	1,28	...	008	...
05/07/2020 12:49:30	-12,2083594646184		-76,9883302552938	1100	39,09	34,58	-0,21	2,23	1,65	...	008	...
05/07/2020 12:49:40	-12,2075935035106		-76,9890826270259	1200	39,87	34,29	-0,29	1,85	1,7	...	008	...
05/07/2020 12:49:49	-12,2069346869521		-76,9897302638885	1300	35,89	33,77	-0,52	2,54	1,5	...	008	...
05/07/2020 12:49:59	-12,2063251707494		-76,9903340707131	1400	35,29	32,87	-0,9	4,54	3,64	...	008	...
05/07/2020 12:50:09	-12,2057105939148		-76,9909389547809	1500	27,91	32,64	-0,22	5,09	3,32	...	008	...
05/07/2020 12:50:22	-12,2050383221621		-76,9916050497297	1600	42,47	32,71	0,07	1,59	2,03	...	008	...
05/07/2020 12:50:30	-12,2044117865828		-76,9922122134172	1700	50,53	32,57	-0,15	1,53	1,29	...	008	...
05/07/2020 12:50:37	-12,2037716544865		-76,9928435049819	1800	54,47	32,44	-0,12	1,52	1,52	...	008	...
05/07/2020 12:50:44	-12,2030355741252		-76,9935707116419	1900	57,38	32,47	0,02	1,25	1,22	...	008	...
05/07/2020 12:50:50	-12,2024314022884		-76,9941629753031	2000	59,91	32,54	0,07	1,53	1,34	...	008	...
05/07/2020 12:50:56	-12,2017834722299		-76,9948072703798	2100	59,12	32,69	0,15	2	2,11	...	008	...
05/07/2020 12:51:02	-12,2011610563728		-76,9954114590368	2200	52,22	33,26	0,56	5,87	3,09	...	008	...
05/07/2020 12:51:09	-12,2005135549894		-76,9960230444872	2300	44,91	33,57	0,32	3,54	3,43	...	008	...
05/07/2020 12:51:17	-12,1998883557389		-76,9966481804757	2400	45,72	33,88	0,31	3,1	2,51	...	008	...
05/07/2020 12:51:25	-12,1992145830171		-76,9973374363774	2500	49,83	34,5	0,62	2,91	1,76	...	008	...
05/07/2020 12:51:32	-12,1986097154069		-76,9979566137735	2600	51,48	35,11	0,61	1,35	1,15	...	008	...
05/07/2020 12:51:39	-12,1979654656011		-76,9986025343989	2700	43,31	35,68	0,57	2,11	1,57	...	008	...
05/07/2020 12:51:48	-12,197264906698		-76,9993082019573	2800	41,49	36,08	0,39	2,21	2,03	...	008	...

Fuente: Elaborado por los autores.

4.2 Recolección de datos del Índice de Condición del Pavimento (PCI) por medio de una inspección visual

4.2.1 Planificación

El tramo a evaluar se encuentra en la Avenida Defensores del Morro para este tipo de evaluación se consideró realizarlo al mismo tiempo que se realizó la evaluación del IRI puesto que por la situación que atraviesa nuestro país el tiempo era muy limitado, es por ello que se tomó la decisión de realizar la toma de datos el día Domingo 5 de Julio del 2020, como se puede saber la Avenida Defensores del Morro consta de 2 calzadas tanto como ida y vuelta el cual tiene 2 carriles cada una con un recorrido a estudiar de 3.7 km desde la intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro (Grifo Primax) culminando en la Progresiva 3 + 700 de la red vecinal para ida con dirección a la intersección de la Panamericana Sur y para la vuelta sería desde la Progresiva 3 + 700 hasta la intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro (Grifo Primax) culminando en el Km 7 + 400. El método que se usó para esta evaluación fue una inspección visual mediante videos grabados en todo el recorrido del tramo en la Avenida Defensores del Morro en un formato full HD el cual permitió identificar todos los tipos de fallas presentes en dicho pavimento, se usó este método para agilizar el tiempo de la evaluación.

Las herramientas e instrumentos usados para la recolección de datos fueron los siguientes:

- GoPro EKKO X2 el cual se usó para realizar la grabación de todo el tramo recorrido, se instaló en la parte delantera y trasera del automóvil.



Figura 60: Instalación del GoPro EKKO X2

Fuente: Elaborado por los autores.

- Cámara profesional Sony Alpha 3500 el cual se utilizará para efectuar fotografías de alta calidad y también poder grabar el tramo evaluado.



Figura 61: Cámara profesional Sony Alpha 3500

Fuente: Elaborado por los autores.

- Wincha de la marca Truper para poder medir las dimensiones de cada calzada y también para cada tipo de falla observada en el pavimento flexible.



Figura 62: Wincha Truper

Fuente: Elaborado por los autores.

4.2.2 Procedimiento

El ensayo de nuestra investigación para obtener el PCI se inició desde la intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro

(Grifo Primax) que es el punto de inicio con la progresiva 0 + 000 y culminando en la progresiva 3 + 700 para ida con dirección a la intersección de la Panamericana Sur y para vuelta desde la Progresiva 3 + 700 hasta la Progresiva 7 + 400 intersección de la Avenida Alameda Sur con la Avenida Defensores del Morro (Grifo Primax), esta evaluación se realizó en tramos de 100 metros.

Para realizar el ensayo para la obtención del PCI mediante una inspección visual se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Para obtener información del ancho de la calzada se realizó de manera manual con la ayuda de una wincha su medición tanto de la calzada, carriles y de las diferentes fallas como se aprecia en la Figura N°63, obteniendo un ancho de cada calzada de 3.00 metros.



Figura 63: Medición del carril derecho

Fuente: Elaborado por los autores



Figura 64: Medición del carril izquierdo

Fuente: Elaborado por los autores.

- b) Mediante la grabación proporcionada por la GoPro EKKO X2 más las fotos tomadas por el Roadroid por medio del celular se pudo determinar para tramos de 100 metros de manera visual la identificación de los 19 tipos de fallas según un formato elaborado presentado en la Tabla 61 el cual se realizó 74 cálculos, pero a continuación solo se explicará un solo tramo, el resto de tramos estarán ubicados en anexos.

Tabla 61: Formato para el cálculo del PCI

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongación Defensores del Marro - B8a		7+300.00	AL:			7+400.00		
FECHA:		viernes, 24 de Julio de 2020		CODIGO:				TRAMO - 76		
RESPONSABLES:		Bach. Lenin Acevedo, Fernando Jesus Bach. Carol González, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2				
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	325.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA:	100.00 m					
MINIMO =	195.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	9.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DEVIACION ESTANDAR (Incluye 7.5.21 (a)) =	10	$s = \frac{N \times s^2}{4 \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el número mínimo de muestras a evaluar					
ERRO R ACEPTABLE (Incluye 7.5.21 (a)) =	5%									
Unidades de Muestras (Incluye 7.5.31 (a)) =	5.00									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORS	1		10		19			
			Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
100 - 85	EXCELENTE		2	L	2	L	1	L		
85 - 70	MUY BUENO									
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MAO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		2		2		1			
	MEDIO (M)									
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	7.50%	L	30							
10	9.33%	L	9							
19	0.80%	L	3							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			42							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	30	9	3		42	3	28			
2	30	9	2		41	2	32			
3	30	2	2		34	1	36			
4					0	0				
5					0	0				
6					0	0				
7					0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									36	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									64	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							BUENO			

Fuente: Elaborado por los autores.

- c) Lo primero que se debe hacer es completar toda la información que nos proporciona la norma D6433-11 como se aprecia en la Tabla 62 y cumplir los requerimientos que exige para la evaluación entre ellas:
- Cumplir el área de sección a evaluar que debe estar entre los 135.00 m² hasta los 315.00 m².
 - Desviación estándar (s) mencionada en el inciso 7.5.2 que es igual a 10 para pavimentos flexibles.
 - Error aceptable (e) mencionado en el inciso 7.5.2 que es igual a 5% para pavimentos flexibles.
 - Tendremos que saber el número de muestras en todo el tramo a recorrer que es igual a 74 tramos de 100 metros cada uno.
 - Determinar el “n” mediante una fórmula que viene a ser el número mínimo de muestras que se tiene que evaluar.
 - Determinar las unidades de muestreo (i) mencionado en el inciso 7.5.3 que es igual a la división entre el número total de las muestras (N) entre el número mínimo de muestras (n).

Tabla 62: Información del pavimento a evaluar

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI					
PROYECTO:	Av. Prolongación Defensores del Morro	DEL:	6 + 400.00		
FECHA:	viernes, 24 de Julio de 2020	CODIGO:	TRAMO - 85		
RESPONSABLES:	Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto	SECCION:	300.00 m ²		
NORMA D6433-11		INFORMACION DEL PAVIMENTO			
MAXIMO =	315.00 m ²	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m
MINIMO =	135.00 m ²	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%				
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00				

Fuente: Elaborado por los autores.

- d) Se identificó los daños visualizados en las grabaciones del recorrido por cada tramo e identificar la severidad, cantidad, unidad y área de dicha falla encontrada que se muestra en la Tabla 63.

Tabla 63: Fallas encontradas en cada tramo

N°	DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	UBICACIÓN		AREA / LONGITUD / UNIDAD			CANTIDADES PARCIALES
					X (m)	Y (m)	LARGO (m)	ANEHO (m)	UNIDAD	
1	Abultamiento y Hundimientos	L	2	m2			0.60	0.40		0.48
2	Piel de Cocodrilo	L	2	m2			18.00	0.35		12.60
3	Parcheo	L	1	m2			0.70	2.00		1.40
4	Piel de Cocodrilo	L	1	m2			5.00	1.40		7.00
5	Parcheo	L	1	m2			1.40	0.70		0.98
6	Piel de Cocodrilo	L	1	m2			1.30	5.00		6.50
7	Huecos	L		n°					3	3.00
8	Parcheo	L	1	m2			1.50	1.00		1.50
9	Desprendimiento de Agregados	L	1	m2			7.00	0.90		6.30
10	Piel de Cocodrilo	H	1	m2			10.00	1.00		10.00
11	Abultamiento y Hundimientos	M	2	m2			1.00	1.00		1.00
12	Desprendimiento de Agregados	M	1	m2			1.00	10.00		10.00

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 65: Tramo a evaluar visualmente

Fuente: Elaborado por los autores.

- e) Luego se procede a determinar la densidad de cada tipo de falla con diferente severidad mostrado en la Figura 66, la densidad viene a ser la división entre la dimensión total de cada falla entre la sección total

evaluada en dicho tramo, luego con ese dato se procede a determinar el valor deducido (VD) que viene a ser la proyección entre la densidad y la curva al nivel de severidad que se aprecia en la Figura 67, cabe recalcar que cada tipo de falla tiene diferentes cuadros de valor deducido, luego se suma todos los valores deducidos encontrados y se llega a obtener un valor total de deducción (VDT).

CALCULO DEL PCI			
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	8.70%	L	32
1	3.33%	H	52
4	0.16%	L	0
4	0.33%	M	7
11	1.29%	L	2
13	1.00%	L	20
19	2.10%	L	3
19	3.33%	M	11
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			127



Figura 66: Valor de deducción

Fuente: Elaborado por los autores.

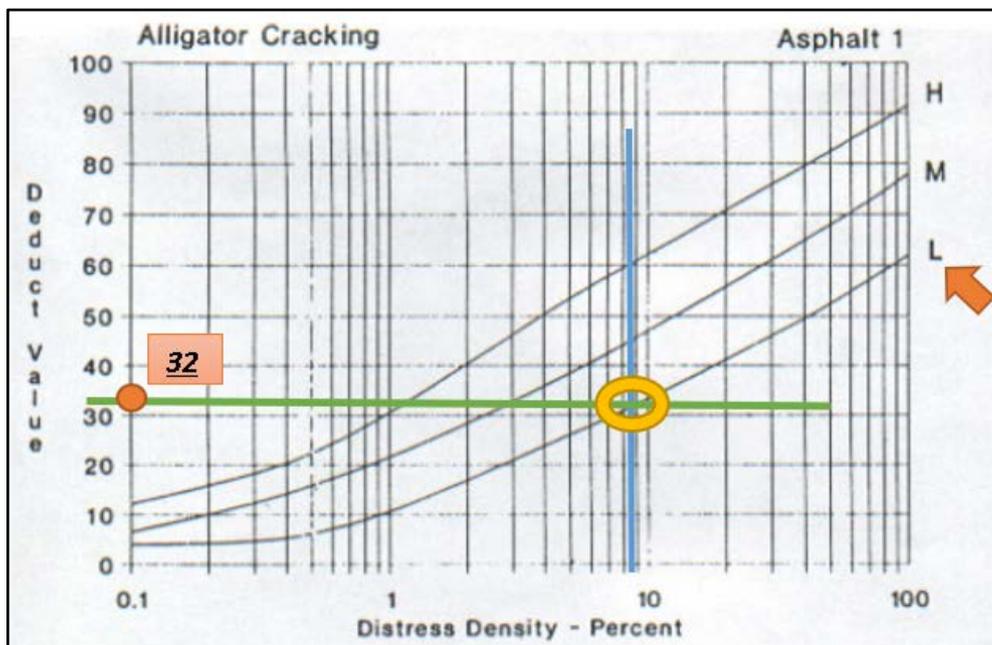


Figura 67: Curva del valor de deducción

Fuente: Elaborado por los autores.

- f) Ya obtenidos los valores deducidos para cada tipo de Falla se procede a obtener los valores deducidos menores a 2, el valor deducido alto (HVDi) y por último se determina el número máximo de valores deducidos (mi) por medio de una formula mostrada en la Figura 68.

Numero de valores deducidos > 2 (q)	6
Valor Deducido mas alto (HVDi)	52
Numero maximo de Valores Deducidos (mi)	5

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3. Carreteras pavimentadas.}$$

Figura 68: Número máximo de valores deducidos

Fuente: Elaborado por los autores.

- g) En la Figura 68 el número máximo de valores deducidos (mi) es igual a 5, es por ello que se colocan los 5 valores deducidos mayores e ir descendiendo eliminando una por una del menor a mayor y reemplazarlo por el número 2, esto se hace con la finalidad de encontrar el valor deducido corregido el cual se logra interceptando el valor deducido total (VDT) con el “q” que se tiene como una curva apreciado en la Figura 69, ya finalizando para cada 1 se logra tener diferentes valores deducidos corregidos dando al final un valor de deducción corregido máximo y como último paso se obtiene el Índice de Condición del Pavimento (PCI) que es igual a 100 – Valor de deducción corregido máximo y clasificarlo apreciado en la Tabla 64, cabe indicar que este paso debe hacer para los 74 tramos evaluados.

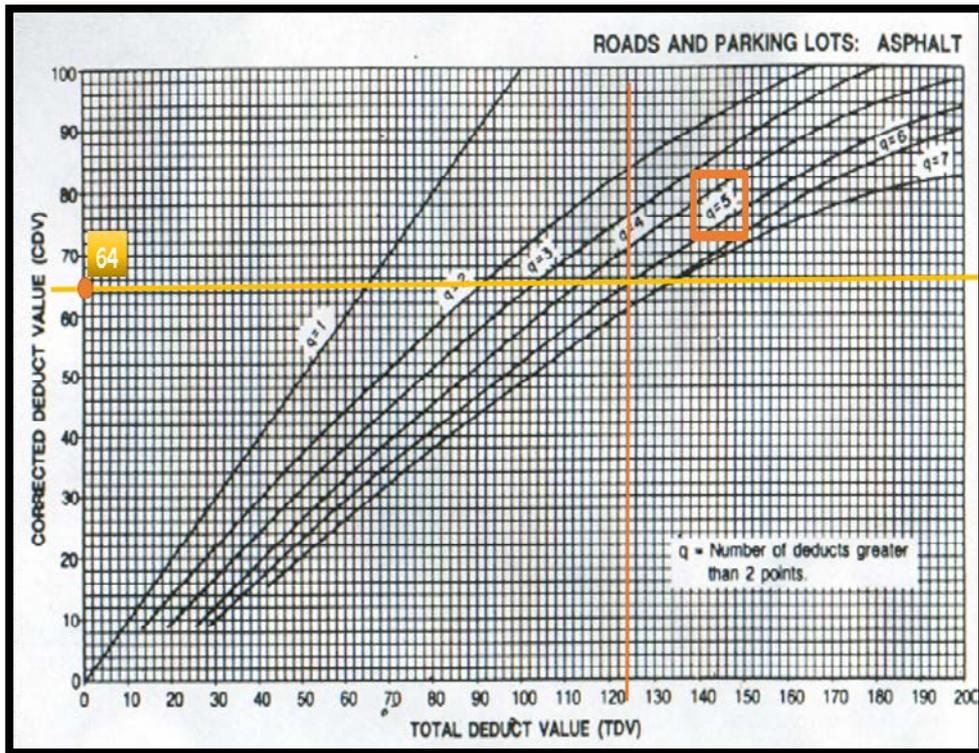


Figura 69: Valor deducido corregido

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 64: Determinación del Índice de Condición del Pavimento

1	52	32	20	11	7				122	5	64	
2	52	32	20	11	2				117	4	68	
3	52	32	20	2	2				108	3	68	
4	52	32	2	2	2				90	2	64	
5	52	2	2	2	2				60	1	60	
6									0	0		
7									0	0		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MÁXIMO											68	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)											32	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:											MALO	

Fuente: Elaborado por los autores.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En este capítulo se procede a mostrar los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas tanto como para el Índice de Condición del Pavimento (PCI) e Índice de Rugosidad Internacional (IRI), esto evaluó tanto como para ida y vuelta, en el caso del IRI se presentan los 3 tipos que nos brindan la aplicación Roadroid (IRI estimado (eIRI), IRI calculado (cIRI) e Índice de roadroid) y por último se presenta los modelos de regresión entre el cIRI vs PCI y eIRI vs PCI.

5.1 Índice de Rugosidad Internacional con Roadroid

Después de realizar las evaluaciones de los tramos en la Avenida Defensores del Morro (ida– vuelta) usando la aplicación Roadroid, después de realizar dichas evaluaciones se procedió a subir la data de los tramos estudiados, posterior a ello se descargó los datos en la página oficial www.roadroid.com para luego exportarlo a la aplicación Microsoft Excel y poder realizar los cálculos que se explicaran a continuación.

5.1.1 Índice de Roadroid (RI)

La avenida evaluada está en un estado Bueno, es por ello que el Índice de Roadroid (RI) muestra un análisis en todo el polígono encerrado de color amarillo como se aprecia en la Figura 70 con respecto a la Avenida Defensores del Morro.

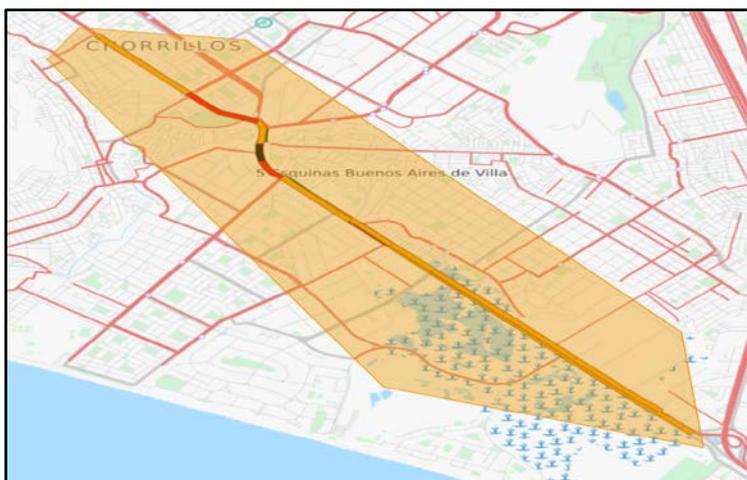


Figura 70: Polígono encerrado para el cálculo del Índice de Roadroid

Fuente: Elaborado por los autores.

Como se aprecia en la Figura 70, la mayor parte de toda la avenida evaluada se encuentra en un estado “bueno” es por ello que se puede estimar que el IRI es bajo, la velocidad el cual se realizó la toma de datos en cada tramo fue en un rango de 30 a 80 km/h.

Tabla 65: Índice de Roadroid e IRI Estimado

Condiciones de la Carretera	Número de Puntos	Porcentaje (%)	IRI Estimado (eIRI)
Buena (verde)	1265	80.5	2.15
Satisfactoria (amarilla)	132	8.4	
No Satisfactoria (rojo)	83	5.3	
Pobre (negro)	92	5.9	

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Tabla 65 se puede observar la cantidad de puntos de rugosidad clasificados en Buena, Satisfactoria, No Satisfactoria y Pobre, en donde se indica que el 80.5 % de los puntos de rugosidad se encuentran en una condición Buena (menor a 2.2), el 8.4% se encuentra en una condición Satisfactoria (2.2 – 3.8), el 5.3% se encuentra en una condición No Satisfactoria (3.8 – 5.4), 5.9% se encuentra en una condición Pobre (mayor a 5.4) esto se evaluaron en los 7.4 km de recorrido (Ida - Vuelta).

El IRI Estimado (eIRI) en este pavimento globalizado es de 2.15 m/km, el cual significa que se encuentra en un esta Satisfactorio, interpretando que se puede transitar por esta avenida de manera segura y comfortable.

5.1.2 IRI Estimado (eIRI) e IRI Calculado (cIRI)

La evaluación que se realizó respecto a la Avenida Defensores del Morro fue en tramos a cada 100 metros, como se sabe esta venida consta de dos calzadas (ida y vuelta) y en cada una se tiene tres carriles (izquierdo, medio

y derecho), es por ello que se analizó solo dos carriles por cada calzada puesto que una de ellas estaba ocupada para estacionamiento y era complicado circular por dicho carril.

A continuación, se muestra los cuatro gráficos comparando el IRI Estimado (eIRI) y el IRI Calculado (cIRI) para ambos carriles tanto como el carril izquierdo como el carril derecho y para las secciones de ida y vuelta.

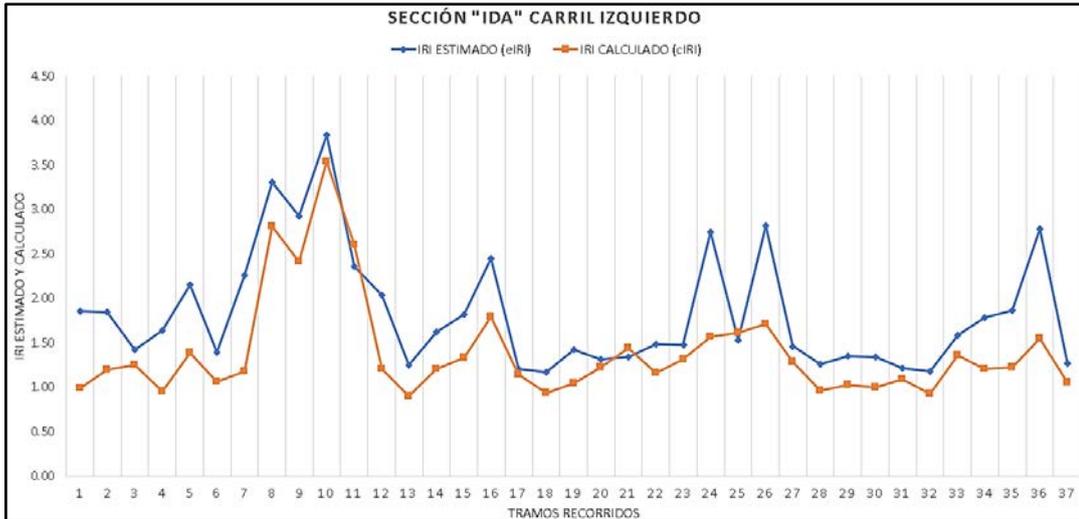


Figura 71: IRI calculado vs IRI estimado en carril izquierdo sección “IDA”

Fuente: Elaborado por los autores.

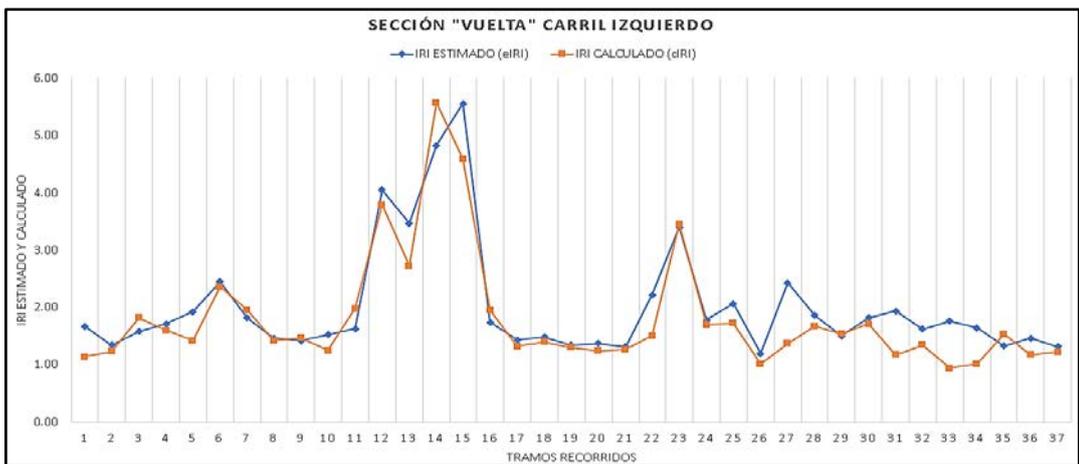


Figura 72: IRI calculado vs IRI estimado en carril izquierdo sección “VUELTA”

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 71 y Figura 72 presentadas respecto al carril izquierdo tanto para las secciones de ida y vuelta, se puede observar que el IRI estimado (eIRI) se encuentra por encima del IRI calculado (cIRI), en algunos tramos se pueden observar que los valores arrojados por la aplicación Roadroid se asemejan, en el tramo 11 hasta el tramo 16 se observan los picos más altos respecto al IRI Estimado e IRI Calculado, esto puede haber sido ocasionado por los semáforos y cruces que se presentaron en dichos tramos en el cual se tuvo que disminuir la velocidad y en algunas partes detener el vehículo.

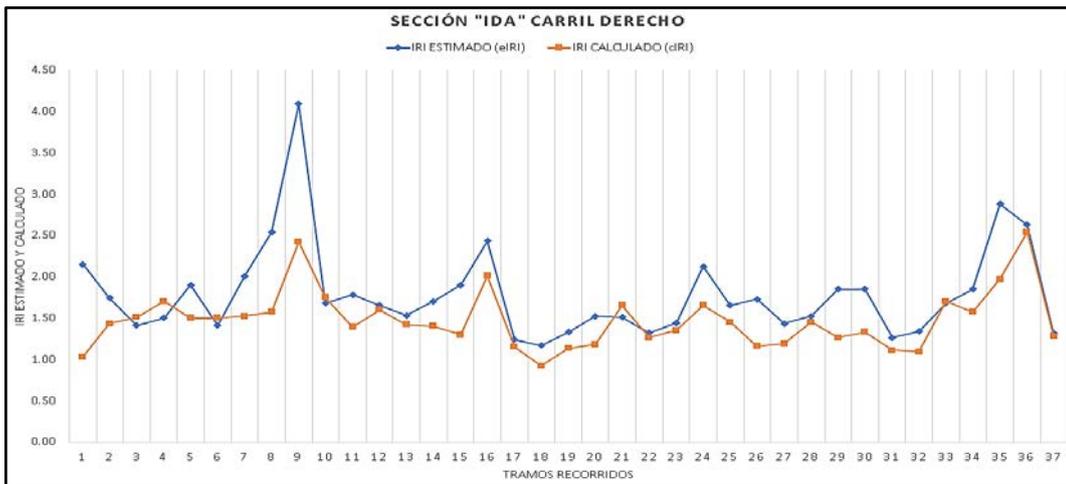


Figura 73: IRI calculado vs IRI estimado en carril derecho sección "IDA"

Fuente: Elaborado por los autores.

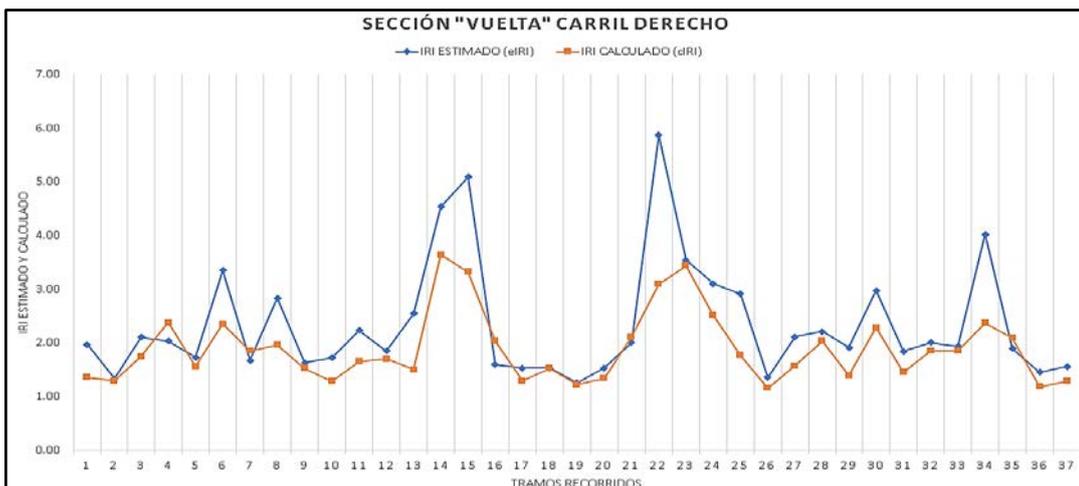


Figura 74: IRI calculado vs IRI estimado en carril derecho sección "VUELTA"

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 73 y Figura 74 respecto al carril derecho tanto para las secciones de ida y vuelta, se puede observar que el IRI estimado (eIRI) se encuentra por encima del IRI calculado (cIRI), en algunos tramos se pueden observar que los valores obtenidos por la aplicación Roadroid se asemejan, esta diferencias del IRI también se origina por el desnivel que se muestra en la avenida el cual puede ocasionar incremento del IRI, el cambio de velocidad a la hora de recorrer la avenida por presencia de vehículos pesados dificultó la toma correcta de datos, también el estar en una avenida donde hay límites de velocidad y se sabe que Roadroid funciona mejor cuando se transita en velocidad de 60 a 80 km/h en donde el IRI calculado (cIRI) brinda datos exactos, pero también nos da una alternativa de tomar datos a velocidades de 20 a 80 km/h el cual es el IRI estimado (eIRI)

En la siguiente Figura 75 se muestra el perfil que tiene la Avenida Defensores del Morro en los 7.4 km de recorrido, por lo que el Roadroid brinda en sus datos la altitud de todo el pavimento evaluado gracias a su función del GPS del celular, esto con la finalidad de poder verificar si el cambio de pendiente o nivel influye en los resultados del IRI estimado o IRI calculado.



Figura 75: Perfil de la Avenida Defensores del Morro

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 76 se presenta ya una comparativa entre el IRI estimado y el IRI calculado en ambas secciones (ida y vuelta) en donde se independizo en una sola calzada es decir ambos valores de IRI en los carriles izquierdos y derechos se promediaron en uno solo, se puede observar que el IRI calculado

se encuentra por encima del IRI estimado, esto puede haber sido ocasionado por la velocidad por el cual se transitó en esta avenida, por lo que no mantuvimos la velocidad que exige Roadroid para los valores del IRI calculado pero si se cumplió con lo indicado para los valores del IRI estimado, es por ello que también se puede apreciar picos altos en el IRI calculado puesto que a la hora de realizar el recorrido y donde se llegó a los 70 km aproximadamente se tuvo que realizar reducción de velocidad forzosa puesto que nos encontrábamos en una avenida que se conectaba con calles en su alrededor y también la circulación de vehículos pesados dificultó la toma de datos, es por ello que estos picos altos del IRI se ocasionaron por estas reducciones forzosas las cuales influyen en la toma de datos respecto al IRI calculado.

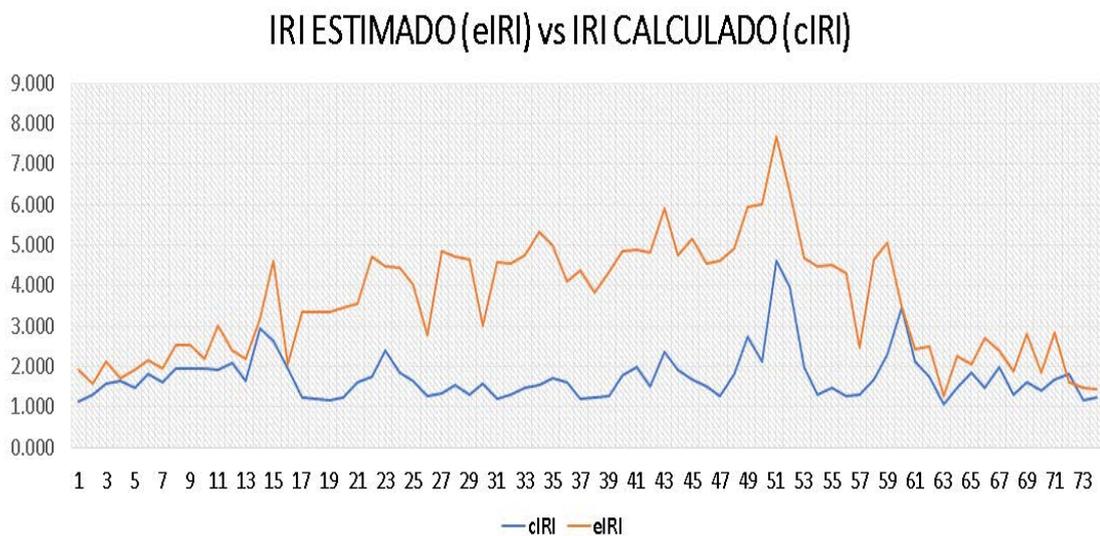


Figura 76: El IRI estimado vs El IRI calculado

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 77 se muestran los valores del eIRI vs cIRI en ambas secciones (ida y vuelta), se realiza el modelo de regresión con la finalidad de poder observar si ambos tipos de IRI (estimado o calculado) se relacionan o no se relacionan, se puede observar que el coeficiente de correlación R igual a 0.74 el cual nos indican que los datos que obtuvimos tienen una relación polinómica de cuarto grado, el cual era una relación directa positiva pero no perfecta, puesto que tiende cerca de 1, respecto a que es una relación directa quiere decir que si el IRI calculado se aumenta, el IRI estimado también

aumenta de la misma forma si el IRI calculado disminuye el IRI estimado también disminuye.

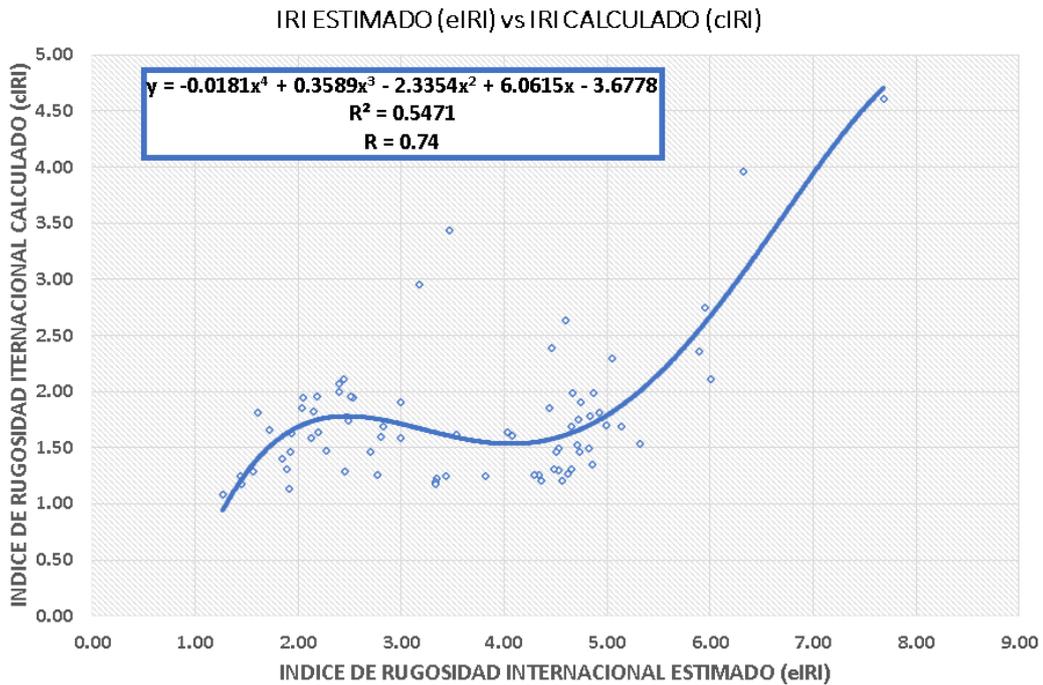


Figura 77: Método de regresión entre el IRI estimado vs el IRI calculado

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 78 se puede apreciar la cantidad de tramos que se analizó respecto al IRI estimado (eIRI) los cuales son 74 tramos de 100 metros cada una, fueron clasificados en tres tipos según su resultado obtenido por la aplicación de Roadroid, 38 tramos en estado bueno, 35 tramos en estado regular y 1 tramo en estado malo. Por lo que podemos indicar que el 99% del pavimento evaluado se encuentra en un estado Bueno y Regular indicándonos que recorrer por esta avenida es adecuado y seguro para los transeúntes.



Figura 78: Clasificación del IRI estimado (eIRI)

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 79: Estado de la Avenida Defensores del Morro (eIRI)

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 80 se puede apreciar la cantidad de tramos que se analizó respecto al IRI Calculado (cIRI) los cuales son 74 tramos de 100 metros cada una, fueron clasificados en dos tipos según su resultado obtenido por la aplicación de Roadroid, 72 tramos en estado bueno y 2 tramos en estado en regular. Por lo que podemos indicar que el 97% del pavimento evaluado se encuentra en un estado Bueno indicándonos que recorrer por esta avenida es adecuado y seguro para los transeúntes.

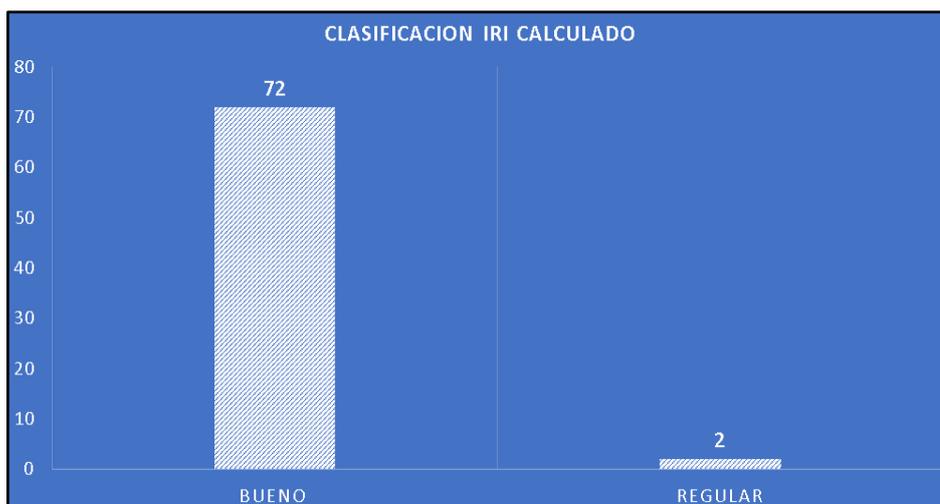


Figura 80: Clasificación del IRI calculado (cIRI)

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura 81: Estado de la Avenida Defensores del Morro (cIRI)

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura N° 82 se puede apreciar las velocidades que se realizaron para determinar el IRI Estimado (eIRI) y el IRI Calculado (cIRI) y podemos observar que la velocidad en el que se transitó en el pavimento estuvo en un rango de 30 a 60 km/h es por ello que el IRI estimado es el más adecuado porque sus cálculos funcionan mejor en dicha velocidad, mientras que el IRI calculado se asemeja al IRI estimado cuando la velocidad tiende a estar a 60 km/h, recordemos que el IRI calculado exigen que la velocidad este entre los 60 a 80 km/h.

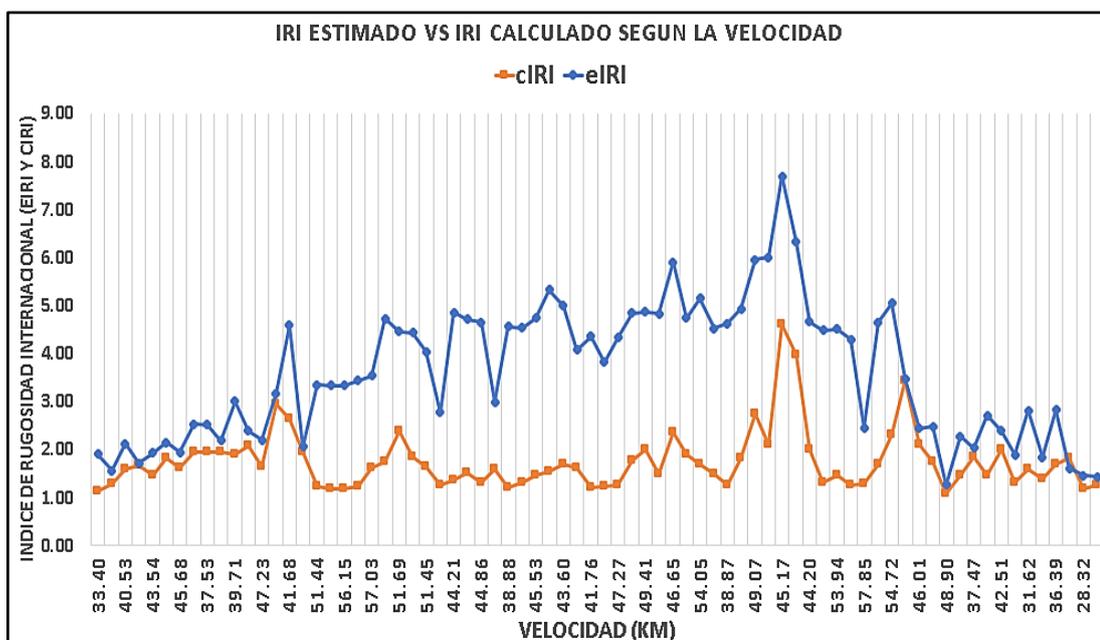


Figura 82: IRI estimado e IRI calculado según la velocidad

Fuente: Elaborado por los autores.

5.2 Índice de Condición del Pavimento

Después de realizar la grabación del recorrido en la Avenida Defensores del Morro con la ayuda de una GoPro EKKO X2 y tomas fotográficas con la ayuda de una Cámara profesional de la marca Sony Alpha 3500, el Roadroid permite también grabar durante el recorrido y también la toma de fotos, para ello se configuró realizar y hacer partición de las grabaciones a cada 100 metros y eso se trianguló con la GoPro EKKO X2. Luego ya obteniendo las 74 grabaciones en tramos de 100 metros se procedió realizar el cálculo del PCI el cual se explicó anteriormente.

En la Figura 83 se puede apreciar la clasificación que adopta el PCI en porcentajes en todo la Avenida Defensores del Morro tanto para la sección de ida como para la sección de vuelta. Como se puede apreciar el 36% de todo el pavimento evaluado se encuentra en estado Muy Malo, el 26% se encuentra en estado Malo, el 19% se encuentra en estado se encuentra en estado Regular, el 8% se encuentra en estado Bueno y también en Fallado, por último, solo el 3% se encuentra en estado Muy Bueno.



Figura 83: Porcentaje del estado del pavimento

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 84 podemos observar ya no en porcentajes sino en números de tramos cada uno clasificados según lo indica el PCI, 6 tramos se encuentran en estado Bueno y Fallado, 19 tramos se encuentran en estado Malo, 2 tramos se encuentran en estado Muy Bueno, 27 tramos se encuentran en estado Muy Malo y 14 tramos se encuentran en estado Regular, sumando

todo esto da un total de 74 tramos los cuales son los que se evaluaron en la Avenida Defensores del Morro en ambas calzadas (ida y vuelta).

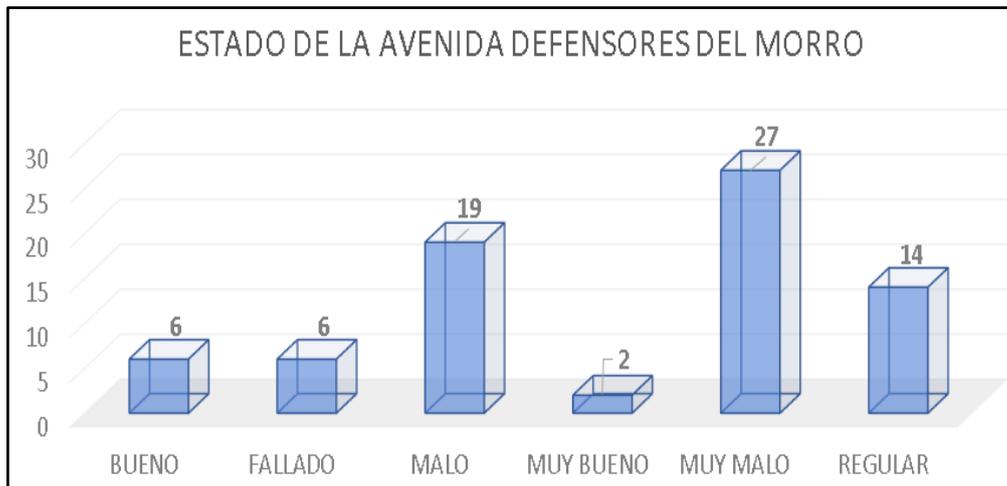


Figura 84: Número de tramos clasificados según el PCI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Tabla 66 podemos apreciar las fallas encontradas en la mayoría de los tramos evaluados en la Avenida Defensores del Morro en las cuales gran parte de los 74 tramos evaluados el que más prevalece es la falla denominada piel de cocodrilo, el 18.69% de los tramos evaluados contienen este tipo de falla para verificar esto en la parte de los anexos se adjuntarán los 74 formatos del cálculo del PCI en el cual se podrá observar las fallas que prevalecen en cada tramo.

Tabla 66: Fallas encontradas en el pavimento

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Piel de Cocodrilo	M	136	18.99%
Piel de Cocodrilo	H	72	10.06%
Piel de Cocodrilo	L	69	9.64%
Grietas Longitudinales y Transversales	L	63	8.80%
Agrietamiento en Bloque	H	60	8.38%
Grietas Longitudinales y Transversales	M	37	5.17%
Parcheo	M	29	4.05%
Grietas Longitudinales y Transversales	H	26	3.63%
Parcheo	L	24	3.35%
Desnivel de Carril	H	21	2.93%
Desprendimiento de Agregados	H	20	2.79%
Huecos	M	19	2.65%
Agrietamiento en Bloque	M	18	2.51%
Parcheo	H	18	2.51%
Agrietamiento en Bloque	L	16	2.23%
Huecos	H	16	2.23%
Desprendimiento de Agregados	M	15	2.09%
Grieta de Borde	H	15	2.09%
Depresión	H	14	1.96%
Desprendimiento de Agregados	L	10	1.40%
Abultamientos y Hundimientos	L	6	0.84%
Huecos	L	5	0.70%
Abultamiento y Hundimientos	M	4	0.56%
Grieta de Borde	M	2	0.28%
Ahuellamiento	H	1	0.14%
TOTAL		716.00	

Fuente: Elaborado por los autores.

5.3 Modelo de Regresión PCI - IRI

Con los datos culminados y obtenidos tanto para el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) e Índice de Condición del Pavimento (PCI), contando con los 74 tramos para las secciones de ida y vuelta en la Avenida Defensores del Morro, con la ayuda del programa Microsoft Excel se realizó el diagrama de dispersión y el modelo de regresión junto al coeficiente de correlación entre 2 ejes (X,Y), los dos ejes fueron el IRI (eje "x") y PCI (eje "y"), luego de esto se procedió a formular el modelo de regresión, una vez ya con el diagrama de dispersión el Excel nos daba la opción de formular una línea de tendencia el cual mostraba el modelo de regresión los cuales pueden ser Exponencial, Lineal, Logarítmica, Polinómica (de primer, segundo, tercer, cuarto y quinto grado) y Potencial. También nos daba la opción para determinar el coeficiente de determinación (R^2) y el coeficiente de correlación (R).

5.3.1 Ecuación de Regresión y Coeficiente de Correlación PCI – IRI Calculado (cIRI)

En la Figura 85 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI calculado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión lineal igual a $PCI = -8.5258(cIRI) + 46.731$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.29 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI Calculado (cIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.29 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

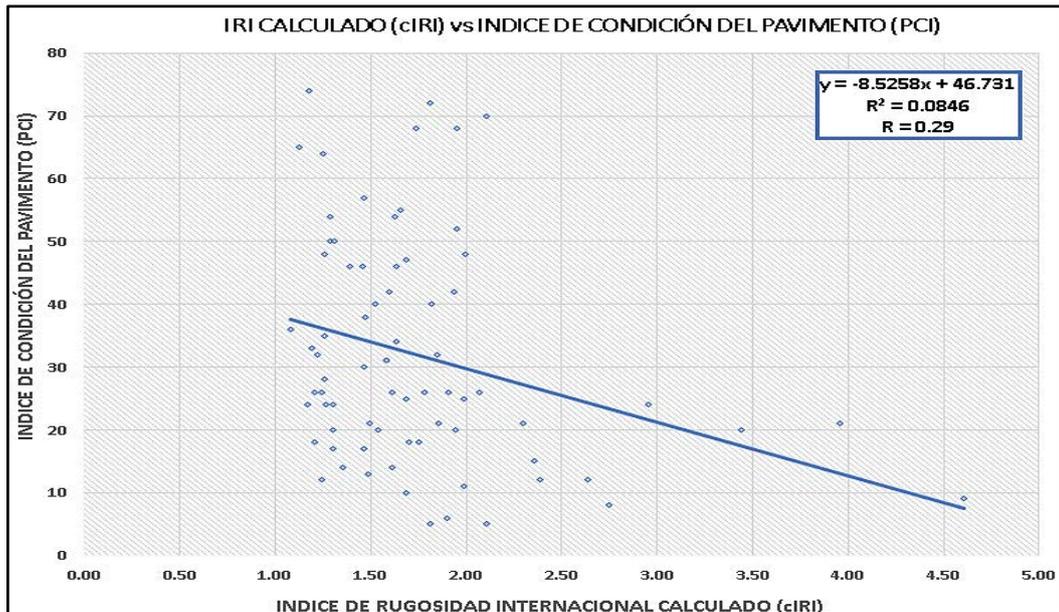


Figura 85: Regresión lineal entre PCI vs cIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 86 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI calculado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión logarítmica igual a $PCI = -18.11\ln(cIRI) + 41.103$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.29 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI calculado (cIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.29 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

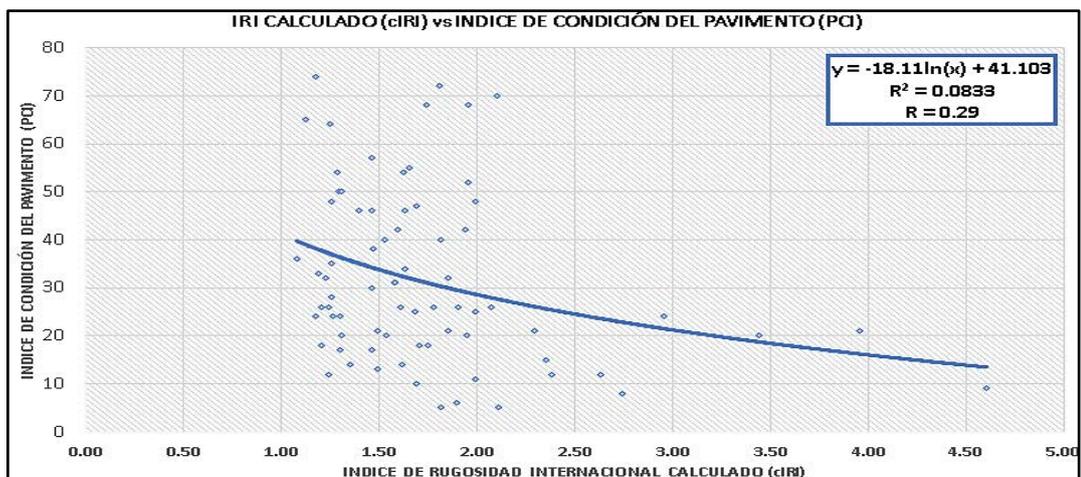


Figura 86: Regresión logarítmica entre PCI vs cIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 87 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI calculado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión polinómica de cuarto grado igual a $PCI = -1.924cIRI^4 + 21.79cIRI^3 - 85.323cIRI^2 + 126.92cIRI - 27.183$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.30 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI calculado (cIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.30 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

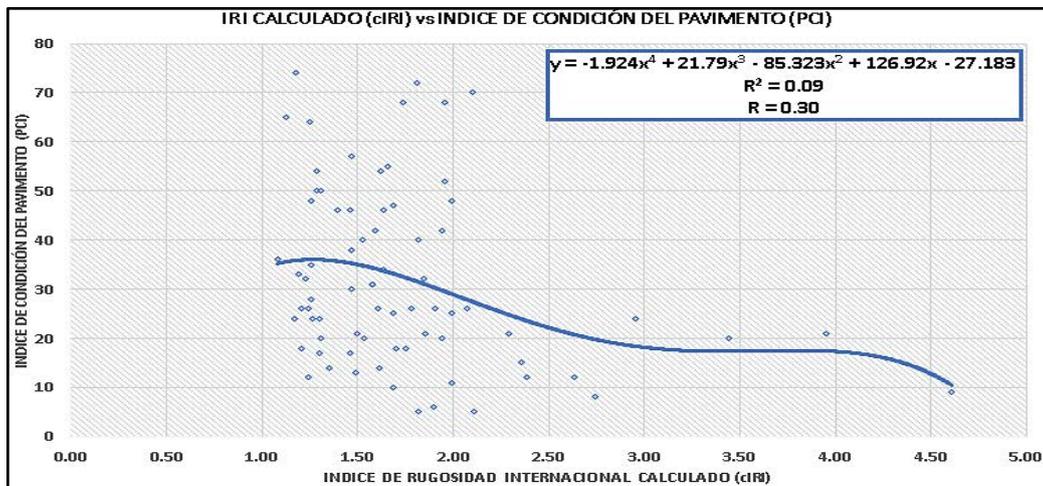


Figura 87: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI vs cIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 88 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI calculado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión exponencial igual a $PCI = 49.777e^{-0.359(cIRI)}$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.34 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI calculado (cIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.34 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

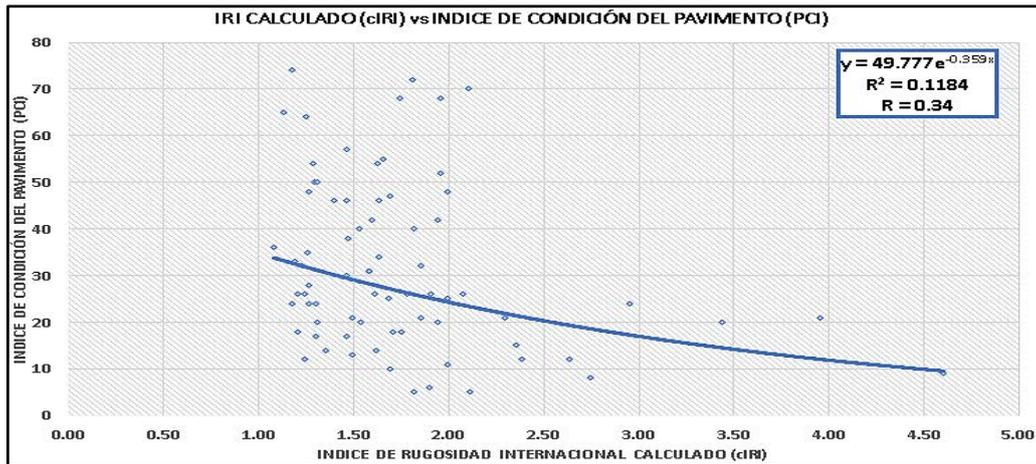


Figura 88: Regresión exponencial entre PCI vs cIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 89 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI calculado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión exponencial igual a $PCI = 39.621(cIRI)^{0.779}$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.35 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI calculado (cIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.35 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

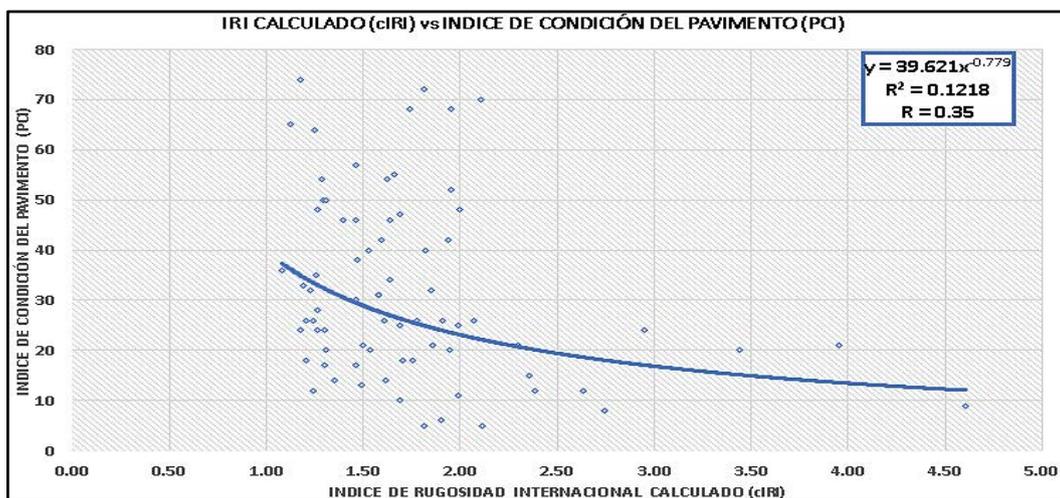


Figura 89: Regresión Potencial entre PCI vs cIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

5.3.2 Ecuación de Regresión y Coeficiente de Correlación PCI – IRI Estimado (eIRI)

En la Figura 90 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI estimado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión lineal igual a $PCI = -9.6634(eIRI) + 66.701$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.75 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI estimado (eIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.75 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

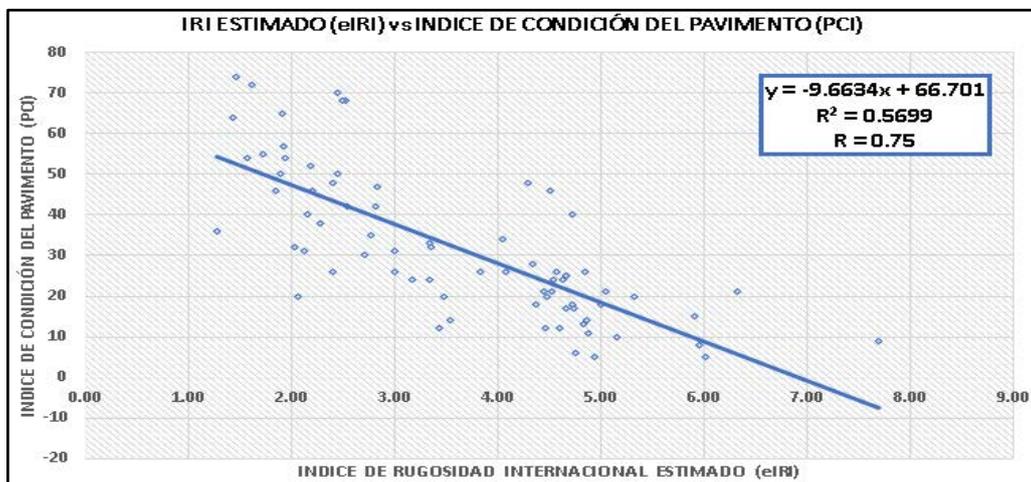


Figura 90: Regresión lineal entre PCI vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 91 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI estimado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión potencial igual a $PCI = 103.33(eIRI)^{1.131}$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.75 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI estimado (eIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.75 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

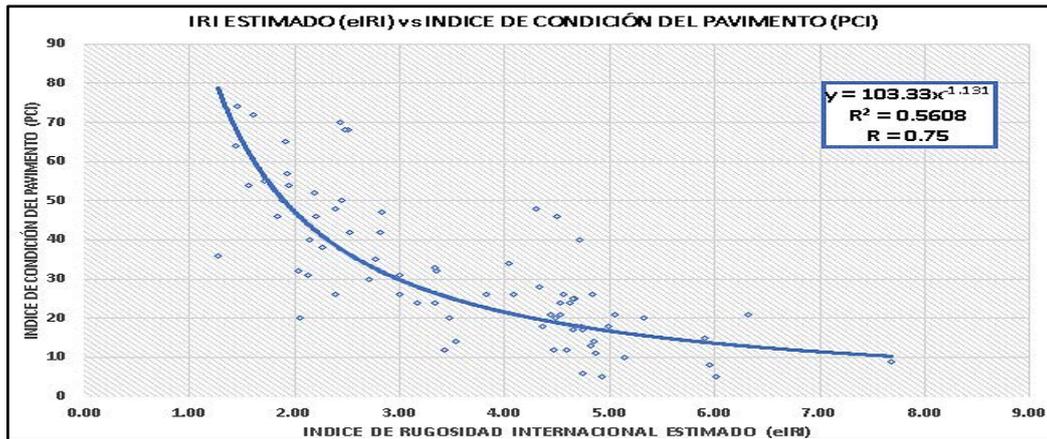


Figura 91: Regresión potencial entre PCI vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 92 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI estimado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión exponencial igual a $PCI = 92.729e^{-0.346(eIRI)}$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.76 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI estimado (eIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.76 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

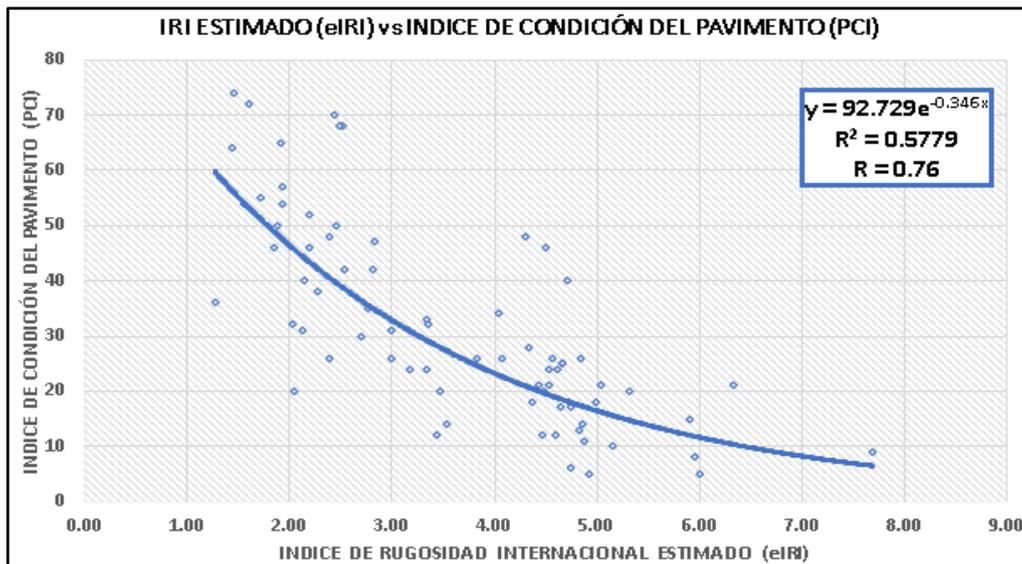


Figura 92: Regresión exponencial entre PCI vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 93 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI estimado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión logarítmica igual a $PCI = -32.79\ln(eIRI) + 71.172$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.77 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI estimado (eIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.77 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta.

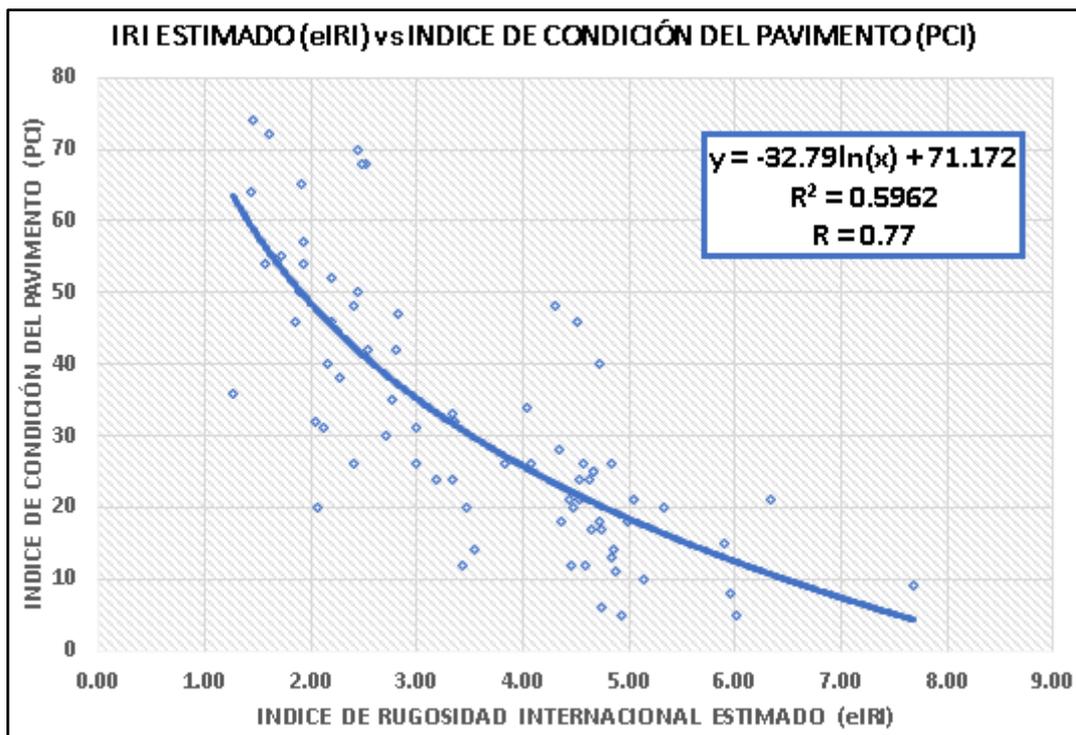


Figura 93: Regresión logarítmica entre PCI vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 94 se puede apreciar un diagrama de dispersión entre el PCI e IRI estimado el cual se realizó una línea tendencia para que pueda calcular un modelo de regresión polinómica de Segundo Grado igual a $PCI = 1.3761x^2 - 20.085x + 83.69$ con un coeficiente de correlación (R) igual a 0.80 con signo positivo, este resultado indica que las dos variable están directamente relacionadas, es decir, si el PCI aumenta entonces el IRI estimado (eIRI) también aumenta, cabe recalcar que el 0.80 se encuentra cerca al número 1 por lo que su relación de ambas variables es positiva pero no perfecta, este resultado que es el que tiene mayor coeficiente de correlación

(R) indica que la relación que existe entre ambas variables es efectiva y el modelo de regresión polinómica de segundo grado si se puede aplicar en el pavimento que se ha evaluado, siendo este el resultado definitivo de nuestra investigación.

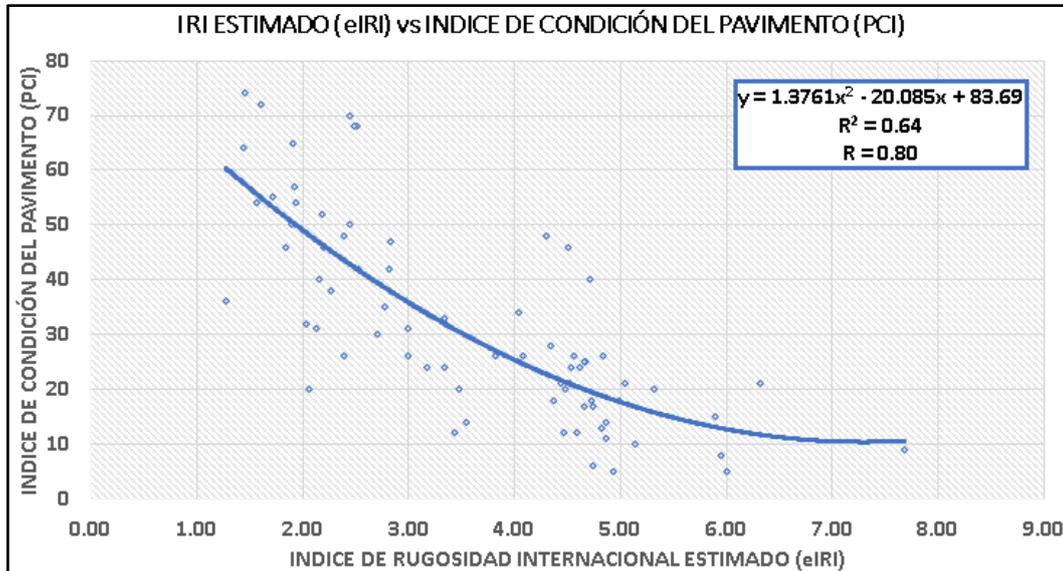


Figura 94: Regresión polinómica de segundo grado entre PCI vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 Contrastación de la Hipótesis

- **Hipótesis general**

Los índices de la condición superficial del pavimento para la determinación del modelo de regresión en la Avenida Defensores del Morro se relacionan directamente.

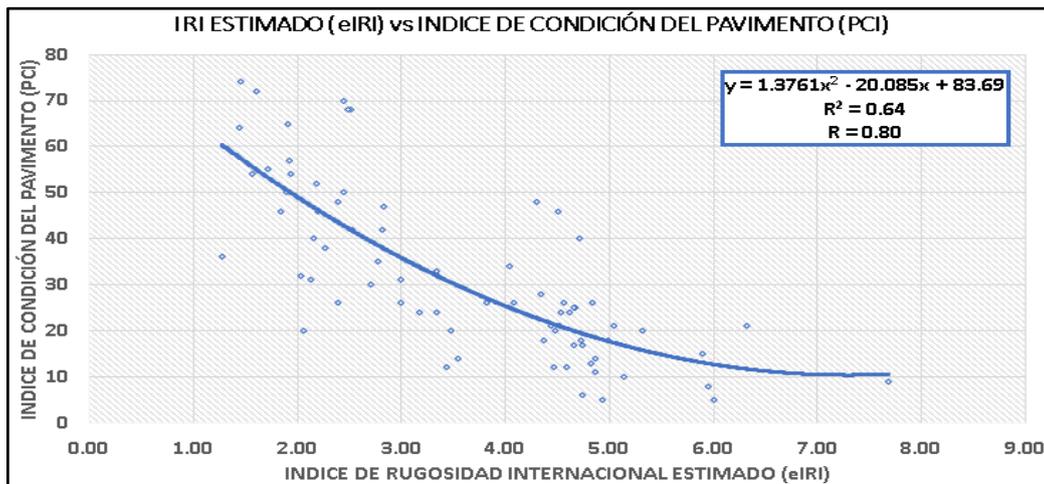


Figura 95: Regresión polinómica entre PCI vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

Por los resultados obtenidos mediante el desarrollo del PCI e IRI y el modelo de regresión y coeficiente correlación (R) para los índices de la condición superficial del pavimento. En base al resultado presentado en la Figura 95 se concluye que la hipótesis general que se planteó resultó válida puesto que la relación que se encontró mediante el modelo de regresión y coeficiente de correlación (R) evidencian una relación polinómica directa.

- **Hipótesis específicas**

Hipótesis Específica 1: Cada tipo de falla del PCI se ubicará en el eje “Y” del diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro.

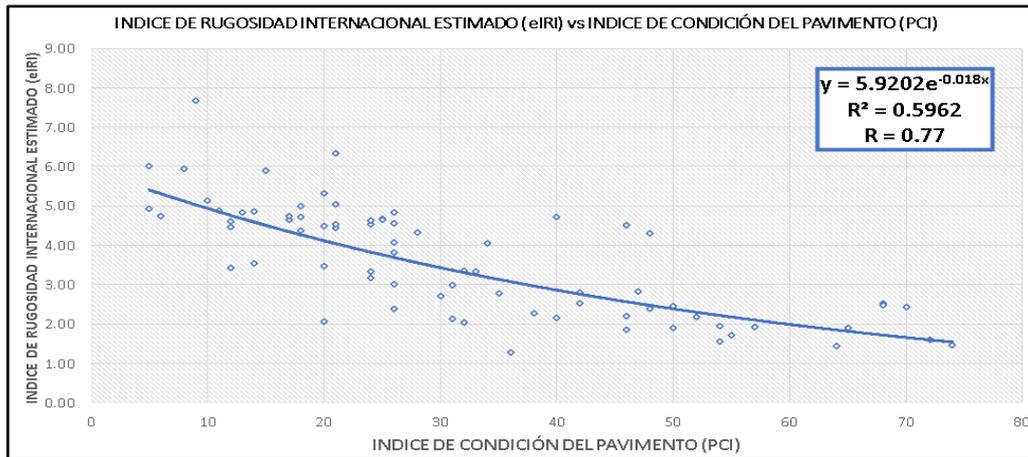


Figura 96: Regresión exponencial entre PCI en Eje X vs eIRI en Eje Y

Fuente: Elaborado por los autores.

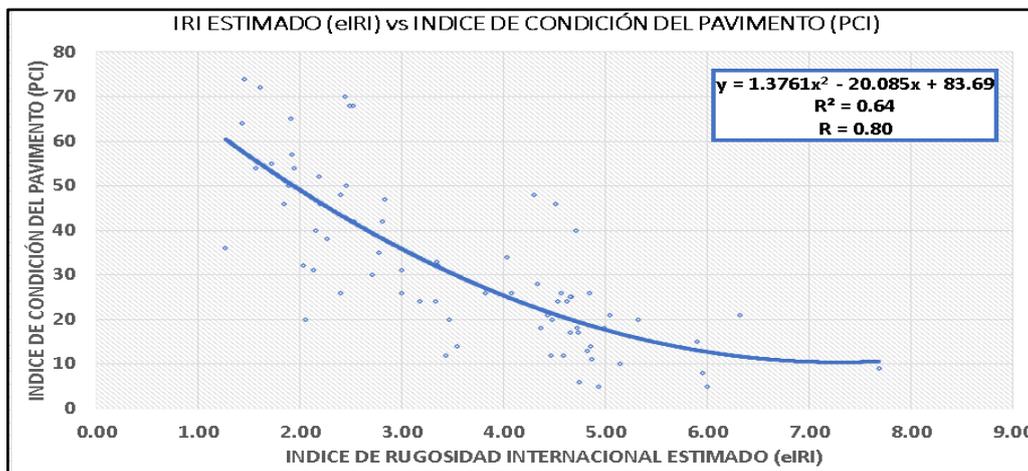


Figura 97: Regresión polinómica de segundo grado entre PCI en Eje X vs eIRI en Eje Y

Fuente: Elaborado por los autores.

Para poder verificar el eje adecuado del IRI y PCI respecto a los Ejes del diagrama de dispersión, por lo que observando la Figura 96 se aprecia un coeficiente de correlación (R) igual a 0.77 y en la Figura 97 se aprecia un coeficiente de correlación (R) igual a 0.80 por lo que la relación de ambos índices es mayor cuando el tipo de falla (PCI) se encuentra en el eje de las ordenadas por lo cual se llegó a la conclusión que la hipótesis específica 1 que se planteó resulto válida.

Hipótesis Específica 2: La rugosidad del IRI se ubicará en el eje “X” del diagrama de dispersión en la Avenida Defensores del Morro.

En la Figura 96 se aprecia un coeficiente de correlación (R) igual a 0.77 y en la Figura 97 se aprecia un coeficiente de correlación R igual a 0.80 por lo que la Relación de ambas variables es mayor cuando la Rugosidad (IRI) se encuentra en el eje de las abscisas por lo cual se llegó a la conclusión que la hipótesis específica 2 que se planteó resulto válida.

6.2 Índice de Rugosidad Internacional con Roadroid

Como se pudo apreciar en la Figura 77 donde se realizó el modelo de regresión resultando una ecuación polinómica de cuarto grado respecto al IRI estimado (eIRI) y el IRI calculado (cIRI) para poder evaluar su nivel de relación en la Avenida Defensores del Morro en las secciones de ida y vuelta, obteniendo un R igual a 0.74 el cual está cerca de 1, recordando que este coeficiente de correlación ya viene a ser una relación directa positiva entre ambos.

La velocidad es muy importante en la determinación del IRI, puesto que la aplicación Roadroid brinda dos tipos de resultados IRI calculado (cIRI) e IRI estimado (eIRI), pero cada uno de ellos tienen exigencias respecto a la velocidad en la que se ha evaluado, para el caso del cIRI se recomienda mantener una velocidad constante de 60 a 80 km/h mientras que para el caso del eIRI se menciona que se mantenga una velocidad entre los 20 a 80 km/h, por lo que en la Figura N°82 podemos observar que nuestra velocidad en la que se ha recorrido en toda la Avenida Defensores del Morro es de 30 a 58 km/h por lo que se puede mencionar que el IRI calculado proporciona datos erróneos para la investigación puesto que según el Ingeniero Lars Forslof en su manual del Roadroid indica que el cIRI requiere de una velocidad constante de 60 a 80 km/h el cual era complicado realizar en la Avenida Defensores del Morro es por ello que se tomara los datos del IRI estimado como el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) para la investigación puesto que para el eIRI si se cumplió con la velocidad requerida.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) promedio en todo el pavimento evaluado en la Avenida Defensores del Morro es de 3.61 m/km el cual Roadroid lo clasifica como un pavimento en estado Regular, recordemos que el Roadroid es un dispositivo de Clase 3 el cual sus resultados están avalados por el Banco Mundial.

En el Perú no cuenta con una norma que nos especifique que dispositivos o métodos deben usarse para la determinación del IRI, se recomienda que se empleen dispositivos de clase 3 mediante la referencia del manual del banco mundial.

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) brinda la Tabla 67 en donde especifica el IRI con sus respectivos Tipo de Carretera para Pavimentos Nuevos, Pavimentos Reforzado y Pavimento durante periodo de Servicio. El cual para la investigación se encuentra en la Tabla como Autopista puesto que es una avenida muy transcurrida y se conecta con la Panamericana Sur lo cual hace que su IMDA sea mayor a 6000 veh/día, consta de dos calzadas separadas y en cada una tiene 2 carriles, si interceptamos en la Figura 95 con la Rugosidad Característica durante el Periodo de Servicio IRI (m/km) puesto que es un pavimento que no ha recibido mantenimiento en los últimos años, se muestra que para este tipo de pavimentos flexible como el que se está estudiando permite un máximo de 3.50 m/km respecto al IRI, por lo que el pavimento evaluado no se encuentra dentro de este margen que establece la el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

Tabla 67: Rugosidad Inicial IRI (m/km). Según tipo de carretera con carpeta asfáltica en caliente

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante el Periodo de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	2.00	2.50	3.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 95%
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.50	3.00	4.00	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 90%
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	3.00	3.50	4.50	Rugosidad característica, para una Confiabilidad de 85%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

6.3 Índice de Condición del Pavimento

En la Figura 83 y la Figura 84 se puede apreciar todos los tramos que se han evaluado según la norma D6433-11 el cual clasifica a los resultados del PCI en el pavimento evaluado.

Se puede indicar que 52 tramos (100 metros c/u) o el 70% del pavimento evaluado se encuentran en un estado decadente con daños superficiales que generan molestias a los conductores que recorren por esta avenida, mientras que 22 tramos (100 metros c/u) o el 30% del pavimento evaluado se encuentran en un estado aceptable con daños superficiales que no generan molestias a los conductores que transitan por la Avenida Defensores del Morro.

Las fallas encontradas a la hora de evaluar el pavimento como piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisura longitudinal y transversal, huecos y parcheo son los que predominan en la Avenida Defensores del Morro, puesto sumando

estas son las tienen un mayor porcentaje de área afectada en todo el pavimento evaluado. La falla que más predomina es la piel de cocodrilo de severidad alta (H) con el 18.39% en los 74 tramos que se han estudiado en la investigación.

Cabe indicar que a la hora de realizar la evaluación del PCI con los formatos creados en base a la norma D6433-11 observado en la Tabla 61 el valor deducido influye bastante respecto al grado que pueda tener una falla encontrada con la condición del pavimento, es decir a mayor sea este valor deducido, el tamaño de la falla encontrada es apreciable y ejerce un daño significativo en el área que estamos evaluando, mientras si este valor deducido es menor o igual a 0 indica que la falla encontrada es despreciable o demasiado pequeña el cual no afecta el área a estudiar.

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) Promedio en todo el pavimento evaluado en la Avenida Defensores del Morro es de 32 el cual la norma ASTM D6433-11 lo clasifica como un pavimento asfáltico en estado Malo, el cual presenta altas fallas superficiales en los 74 tramos evaluados tanto para la sección de Ida como para la sección de vuelta.

6.4 Modelo de Regresión PCI - IRI

Como se presentó anteriormente y se determinó el modelo de regresión lineal, potencial, exponencial, logarítmica y polinómica para el IRI calculado e IRI estimado versus el PCI para determinar la relación de ambos índices y si la ecuación sea aplicada de manera confiable para el propósito de nuestra investigación.

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) serán presentados mediante los datos del IRI Estimado (eIRI) puesto que cumplen con las exigencias de la velocidad que indica la aplicación Roadroid para que brinden resultados verídicos.

Entre los 5 tipos de modelos de regresión que se realizó los cuales todos fueron mayores a 0, indicando que su relación entre el IRI y el PCI es directa, si el IRI incrementa el PCI también incrementa y viceversa, entre estos 5 modelos que se evaluaron el mayor y el más cercano al número 1 es la Ecuación Polinómica de Segundo Grado que tiene un coeficiente de correlación (R) 0.80 siendo una relación positiva pero no perfecta entre el IRI y PCI que se representa mediante el modelo de regresión $PCI = 1.3761(IRI)^2 -$

$20.085(IRI) + 83.69$, por lo tanto podemos indicar que nuestro aplicativo Roadroid sirve para determinar el IRI Estimado (eIRI) y poder reemplazar los datos encontrados en el modelo de regresión y poder determinar el PCI, de esta manera se mejora el proceso de evaluación de la Avenida Defensores del Morro.

6.5 Modelo de Regresión según el estado del PCI vs IRI

En la Figura 98 se observa los PCI en estado Bueno en el eje de las ordenadas (Y) y los IRI estimados en el eje de las abscisas (X) el cual se muestra un coeficiente de correlación (R) igual a 0.96, lo que nos indica que la relación de ambas variables es positiva pero no perfecta puesto que su (R) es mayor a 0 y tiende muy cerca de 1.

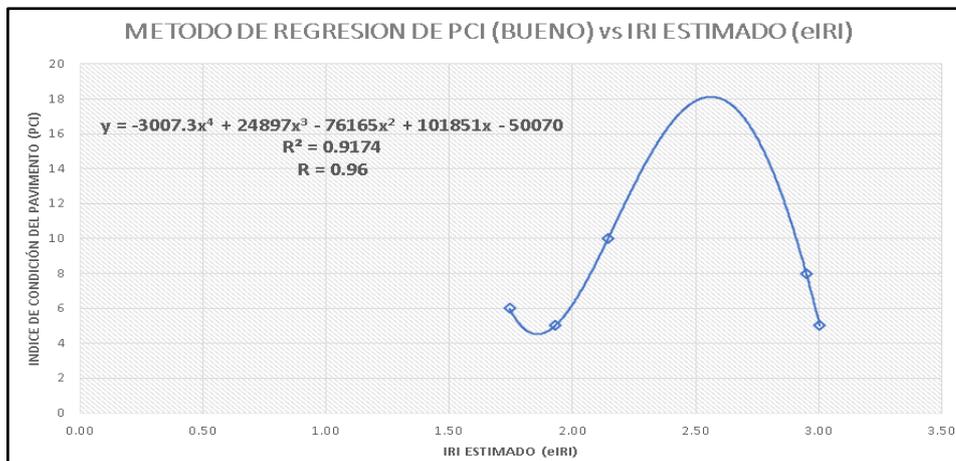


Figura 98: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Bueno) vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 99 se observa los PCI en estado Fallado en el eje de las ordenadas (Y) y los IRI estimados en el eje de las abscisas (X) el cual se muestra un coeficiente de correlación (R) igual a 1, lo que nos indica que la relación de ambas variables es positiva y perfecta puesto que su (R) es igual a 1.

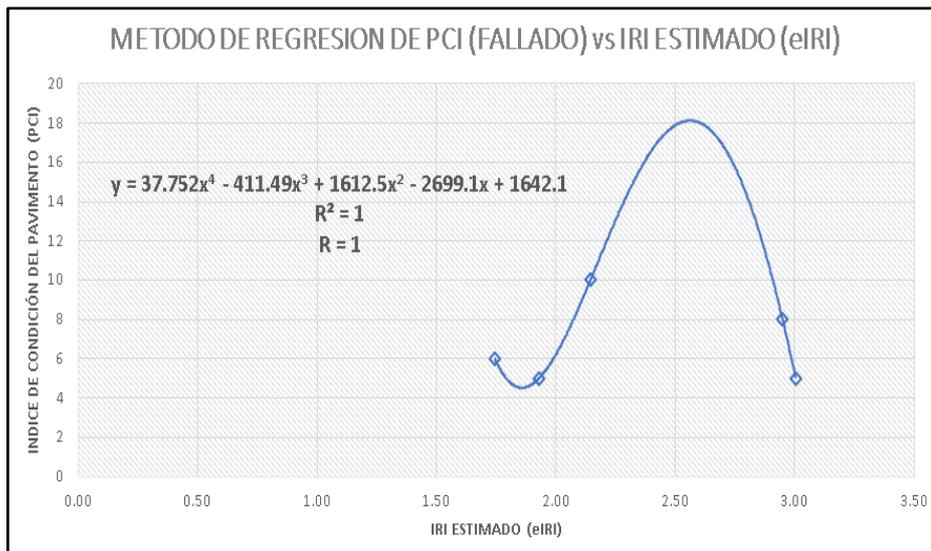


Figura 99: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Fallado) vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 100 se observa los PCI en estado Malo en el eje de las ordenadas (Y) y los IRI estimados en el eje de las abscisas (X) el cual se muestra un coeficiente de correlación (R) igual a 0.31, lo que nos indica que la relación de ambas variables es positiva pero no perfecta puesto que su (R) es mayor a 0 y tiende a 1.

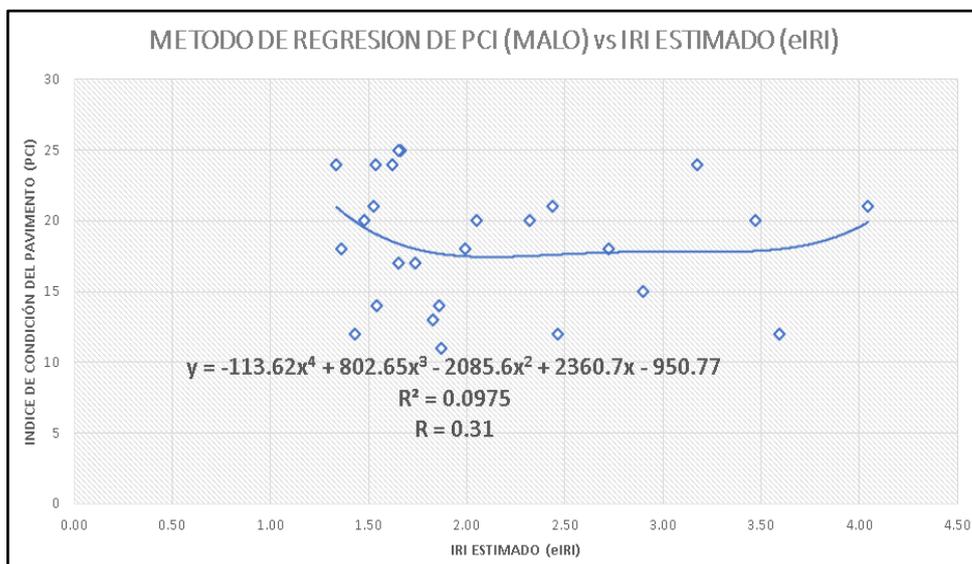


Figura 100: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Malo) vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

En la Figura 101 se observa los PCI en estado Muy Malo en el eje de las ordenadas (Y) y los IRI estimados en el eje de las abscisas (X) el cual se

muestra un coeficiente de correlación (R) igual a 0.05, lo que nos indica que la relación de ambas variables es positiva pero no perfecta puesto que su (R) es mayor a 0 y tiende a 1.

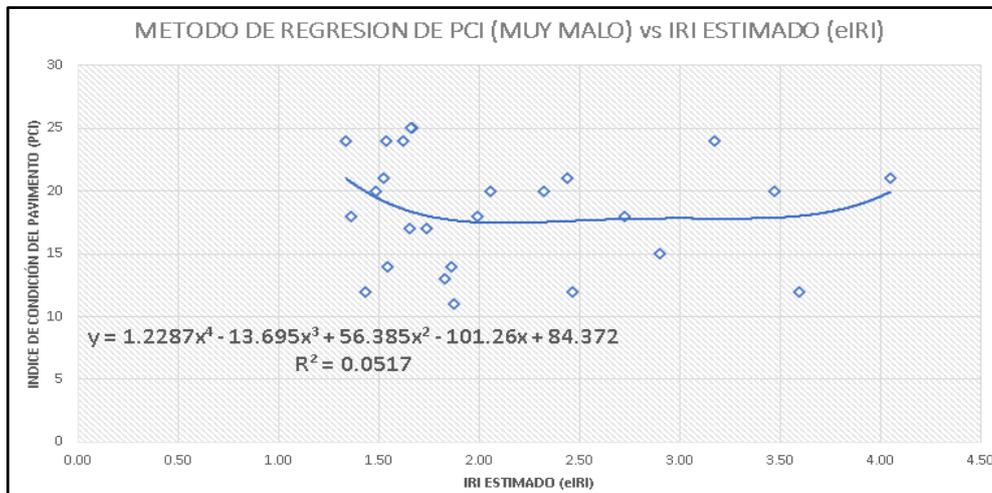


Figura 101: Regresión polinómica de cuarto grado entre PCI (Muy Malo) vs eIRI

Fuente: Elaborado por los autores.

6.6 Discusión de los Antecedentes

Respecto a la Tesis del Ing. Chávez Mendieta y el Ing. Pañarreta Tello en su trabajo de Titulación titulada “Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento” en donde evaluaron la correlación entre el PCI e IRI en la Avenida Loja ubicada en la ciudad de Cuenca – Ecuador, en comparación de su investigación, ellos usaron 86 secciones de 50 metros cada tramo con una ecuación de regresión igual a $PCI = -13.325(eIRI) + 156.35$ con un coeficiente de correlación entre el PCI y el eIRI igual a -0.79 que viene a ser una relación inversa alta entre ambos indicadores, es decir si el PCI aumenta entonces el IRI disminuye, en comparación a la relación encontrada en la investigación que resultó un coeficiente de correlación igual a 0.80 que viene a ser una relación directa fuerte entre ambos indicadores, es decir si el PCI aumenta el IRI también aumenta, por lo que podemos indicar que para que la relación sea correcta haya influenciado los tramos que se han escogido en la investigación elaborada fueron 100 metros y en el caso del Ing. Chávez Mendieta y el Ing. Pañarreta Tello usaron tramos de 50 metros, la velocidad del vehículo con el que se ha recorrido el pavimento también influye

mucho en los resultados puesto que para el caso del IRI, el Roadroid si exige una velocidad adecuada para que los resultados sean confiables.

Respecto a la tesis del Ing. Putra Donny y el Ing. Suprpto Mamok en su investigación titulada "Evaluación de la Carretera basada en la medición de rodadura de carreteras PCI e IRI" ellos evaluaron el coeficiente de correlación entre el PCI e IRI, resultándoles una correlación " r " igual a -0.23 por lo que la relación es inversa y baja, por lo que su relación de ambas mediciones no es factible, en comparación al resultado de la investigación realizada ambos índices como el PCI e IRI resultó una correlación (R) igual a 0.80 que viene a ser una relación directa fuerte entre ambos índices, cabe indicar que la velocidad con la que se ha recorrido el pavimento afecta mucho en los resultados, en nuestro caso si se logró mantener la velocidad requerida por la misma empresa Roadroid, también la clasificación que usa el PCI y el IRI influye, puesto que en las evaluaciones la clasificación del pavimento es diferente entre ambos índices.

CONCLUSIONES

1. Los índices de condición superficial evaluados en la Avenida Defensores del Morro se relacionan directamente mediante el modelo de regresión polinómica de segundo grado $PCI = 1.3761(IRI)^2 - 20.085(IRI) + 83.69$ con un coeficiente de correlación $R = 0.80$ por lo que el valor de R tiende a 1 demostrando una relación positiva y directa (si el IRI aumenta el PCI aumenta y viceversa) pero no perfecta indicando la confiabilidad del modelo de regresión. Por lo que el modelo de regresión puede ser aplicado para complementar el proceso de evaluación de la Avenida Defensores del Morro, de esto modo solo sería necesario determinar el IRI y reemplazarlo en el modelo de regresión para determinar el PCI, de esta forma disminuirá el tiempo de ejecución de la evaluación superficial del pavimento.
2. La ubicación más conveniente respecto al tipo de falla (PCI) en el diagrama de dispersión es el eje de las ordenadas puesto que influye de manera favorable en la relación de ambas variables.
3. La ubicación más conveniente respecto a la rugosidad (IRI) en el diagrama de dispersión es el eje de las abscisas puesto que influye de manera favorable en la relación de ambas variables.
4. El modelo de regresión para los tramos de PCI en condición Fallado y el IRI presentan un modelo de regresión polinómica de cuarto grado con un coeficiente de correlación $R = 1$ lo que indica una relación positiva y perfecta entre ambos índices. Esto es ocasionado por la cercanía entre los rangos de clasificación del IRI y PCI puesto que el PCI se clasifica en un rango de 0 a 100 siendo para PCI Fallado un rango de 0 a 10 mientras que el IRI se clasifica en un rango de 0 a 10. La mayoría de valores del IRI se encuentra en clasificación Bueno y Regular en un rango de 0 a 6.4 es por ello que la cercanía entre los rangos influye entre la relación de ambos índices de la condición superficial.
5. El desarrollo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) junto al Índice de Rugosidad Internacional (IRI) determinan características similares del pavimento flexible de esta manera resultó factible realizar el estudio del nivel de relación entre ambos índices de condición superficial.

RECOMENDACIONES

- 1.**Respecto al modelo de regresión, el cual es esencial, el coeficiente de correlación puesto que el tener un R cerca de 1, valida la ecuación y puede ser usada para fines de aplicación de la investigación, se recomienda respecto al IRI si se usa dispositivo Roadroid de Clase 3, se debe cumplir con la velocidad requerida por la empresa puesto que influye mucho los resultados obtenidos del IRI por lo que la relación se verá afectada entre el índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el índice de Condición del Pavimento (PCI).
- 2.**Se recomienda realizar la misma evaluación desarrollada en esta investigación, pero con otras distancias en los tramos, en nuestro caso se usó tramos de 100 metros, se recomienda realizar tramos de 50, 150 y 200 metros con la finalidad de mejorar la relación entre el IRI y PCI.
- 3.**Respecto al Roadroid se recomienda usar el IRI Calculado cuando se evalúan carreteras donde no existan obstáculos, bajo tráfico vehicular y se pueda recorrer con velocidades altas, puesto que el IRI Calculado exige que se mantenga una velocidad entre los 60 a 80 km/h lo cual hace difícil realizarlo en sitios donde no se pueda recorrer en velocidades mayores a 60km/h.
- 4.**Se recomienda a la Municipalidad de Chorrillos utilizar el modelo de regresión propuesto en esta investigación para evaluar el estado de la Avenida Defensores del Morro y destinar los recursos del programa “Arranca Perú” en el correcto mantenimiento de esta vía pavimentada.
- 5.**Respecto al análisis de regresión y correlación se recomienda realizar el estudio analizando 3 o más métodos de evaluación de pavimentos, esto con el fin de saber el nivel de relación.

ANEXOS

	Página
Anexo 1: Matriz de Consistencia	159
Anexo 2: Índice de la Condición Superficial del Pavimento y su clasificación	160
Anexo 3: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-01	161
Anexo 4: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-02	162
Anexo 5: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-03	163
Anexo 6: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-04	164
Anexo 7: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-05	165
Anexo 8: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-06	166
Anexo 9: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-07	167
Anexo 10: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-08	168
Anexo 11: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-09	169
Anexo 12: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-10	170
Anexo 13: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-11	171
Anexo 14: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-12	172
Anexo 15: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-13	173
Anexo 16: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-14	174
Anexo 17: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-15	175
Anexo 18: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-16	176
Anexo 19: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-17	177
Anexo 20: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-18	178
Anexo 21: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-19	179
Anexo 22: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-20	180
Anexo 23: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-21	181
Anexo 24: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-22	182
Anexo 25: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-23	183
Anexo 26: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-24	184
Anexo 27: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-25	185
Anexo 28: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-26	186
Anexo 29: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-27	187
Anexo 30: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-28	188

	Página
Anexo 31: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-29	189
Anexo 32: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-30	190
Anexo 33: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-31	191
Anexo 34: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-32	192
Anexo 35: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-33	193
Anexo 36: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-34	194
Anexo 37: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-35	195
Anexo 38: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-36	196
Anexo 39: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-37	197
Anexo 40: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-38	198
Anexo 41: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-39	199
Anexo 42: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-40	200
Anexo 43: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-41	201
Anexo 44: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-42	202
Anexo 45: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-43	203
Anexo 46: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-44	204
Anexo 47: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-45	205
Anexo 48: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-46	206
Anexo 49: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-47	207
Anexo 50: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-48	208
Anexo 51: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-49	209
Anexo 52: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-50	210
Anexo 53: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-51	211
Anexo 54: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-52	212
Anexo 55: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-53	213
Anexo 56: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-54	214
Anexo 57: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-55	215
Anexo 58: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-56	216
Anexo 59: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-57	217
Anexo 60: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-58	218
Anexo 61: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-59	219
Anexo 62: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-60	220
Anexo 63: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-61	221

	Página
Anexo 64: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-62	222
Anexo 65: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-63	223
Anexo 66: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-64	224
Anexo 67: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-65	225
Anexo 68: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-66	226
Anexo 69: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-67	227
Anexo 70: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-68	228
Anexo 71: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-69	229
Anexo 72: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-70	230
Anexo 73: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-71	231
Anexo 74: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-72	232
Anexo 75: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-73	233
Anexo 76: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-74	234

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

ÍNDICES DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA DETERMINAR EL MODELO DE REGRESIÓN EN LA AVENIDA DEFENSORES DEL MORRO

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la relación de los Índices de la Condición Superficial del Pavimento para la determinación del Modelo de Regresión en la Av. Defensores del Morro?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar la relación de los Índices de la Condición Superficial del Pavimento para la determinación del Modelo de Regresión en la Av. Defensores del Morro</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Los Índices de la Condición Superficial del Pavimento para la determinación del Modelo de Regresión en la Av. Defensores del Morro se relacionan Directamente Lineal.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Índices de la Condición Superficial del Pavimento</p>	<p>Índice de Condición del Pavimento (PCI)</p>	<p>Tipo de Falla</p>	<p>1. METODO</p> <p>Deductivo - Analítico</p> <p>2. DISEÑO</p> <p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Básica Nivel: Correlacional Diseño: No Experimental</p> <p>3. POBLACION</p> <p>La población está comprendida por el pavimento flexible en el Tramo de la Avenida Defensores del Morro el cual está ubicado en la ciudad de Lima Distrito de Chorrillos.</p> <p>4. MUESTRA</p> <p>Se busca evaluar 37 secciones tanto para ida y 37 secciones para vuelta de 100 metros cada uno dando un total de 7.4 km de la Avenida Defensores del Morro.</p> <p>5. INSTRUMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Área de conocimiento: Análisis de Regresión - Aplicativo Roadroid Pro - GoPro EKKOX2 - Equipo Movil Samsung S10 Plus - Renault Sandero 4x2 2011 - Microsoft Excel 2016 - Formatos del PCI e IRI <p>6. PROCEDIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). - Realizar un Diagrama de Dispersión. - Realizar un Modelo de Regresión entre el IRI y PCI - Encontrar la Relación entre el IRI y PCI
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿En qué eje se ubicará cada Tipo de Falla del PCI en el Diagrama de Dispersión en la Av. Defensores del Morro?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar en qué eje se ubicará el Tipo de Falla del PCI en el Diagrama de Dispersión en la Av. Defensores del Morro.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>El Tipo de Falla del PCI se ubicará en el eje "Y" del Diagrama de Dispersión en la Av. Defensores del Morro.</p>		<p>Índice de Rugosidad Internacional (IRI)</p>	<p>Rugosidad</p>	
<p>¿En qué eje se ubicará cada Rugosidad del IRI en el Diagrama de Dispersión en la Av. Defensores del Morro?</p>	<p>Determinar en qué eje se ubicará la Rugosidad del IRI en el Diagrama de Dispersión en la Av. Defensores del Morro.</p>	<p>La Rugosidad del IRI se ubicará en el eje "X" del Diagrama de Dispersión en la Av. Defensores del Morro.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Modelo de Regresión</p>	<p>Ecuación de Regresión</p>	<p>Diagrama de Dispersión</p>	

Anexo 2: Índice de la Condición Superficial del Pavimento y su clasificación.

TRAMOS	Distancia (m)	Velocidad (km)	eIRI	CLASIFICACIÓN (eIRI)	cIRI	CLASIFICACIÓN (cIRI)	PCI	CLASIFICACIÓN
1	100	33.40	1.91	Bueno	1.13	Bueno	65	BUENO
2	200	45.18	1.56	Bueno	1.29	Bueno	54	REGULAR
3	300	40.53	2.13	Bueno	1.58	Bueno	31	MALO
4	400	42.79	1.72	Bueno	1.66	Bueno	55	REGULAR
5	500	43.54	1.93	Bueno	1.47	Bueno	57	BUENO
6	600	38.88	2.15	Bueno	1.82	Bueno	40	MALO
7	700	45.68	1.94	Bueno	1.63	Bueno	54	REGULAR
8	800	50.23	2.53	Bueno	1.94	Bueno	42	REGULAR
9	900	37.53	2.52	Bueno	1.96	Bueno	68	BUENO
10	1000	41.00	2.19	Bueno	1.96	Bueno	52	REGULAR
11	1100	39.71	3.00	Bueno	1.91	Bueno	26	MALO
12	1200	43.06	2.40	Bueno	2.07	Bueno	26	MALO
13	1300	47.23	2.20	Bueno	1.64	Bueno	46	REGULAR
14	1400	47.57	3.17	Bueno	2.95	Bueno	24	MUY MALO
15	1500	41.68	4.59	Regular	2.64	Bueno	12	MUY MALO
16	1600	46.55	2.05	Bueno	1.95	Bueno	20	MUY MALO
17	1700	51.44	3.35	Bueno	1.23	Bueno	32	MALO
18	1800	54.69	3.34	Bueno	1.19	Bueno	33	MALO
19	1900	56.15	3.34	Bueno	1.17	Bueno	24	MUY MALO
20	2000	57.01	3.43	Bueno	1.25	Bueno	12	MUY MALO
21	2100	57.03	3.54	Bueno	1.62	Bueno	14	MUY MALO
22	2200	55.44	4.72	Regular	1.75	Bueno	18	MUY MALO
23	2300	51.69	4.46	Regular	2.39	Bueno	12	MUY MALO
24	2400	51.66	4.44	Regular	1.86	Bueno	21	MUY MALO
25	2500	51.45	4.04	Regular	1.64	Bueno	34	MALO
26	2600	48.84	2.77	Bueno	1.26	Bueno	35	MALO
27	2700	44.21	4.86	Regular	1.35	Bueno	14	MUY MALO
28	2800	45.92	4.71	Regular	1.53	Bueno	40	MALO
29	2900	44.86	4.65	Regular	1.30	Bueno	17	MUY MALO
30	3000	39.12	3.00	Bueno	1.58	Bueno	31	MALO
31	3100	38.88	4.56	Regular	1.21	Bueno	26	MALO
32	3200	43.09	4.54	Regular	1.30	Bueno	24	MUY MALO
33	3300	45.53	4.74	Regular	1.46	Bueno	17	MUY MALO
34	3400	46.04	5.32	Regular	1.54	Bueno	20	MUY MALO
35	3500	43.60	4.99	Regular	1.70	Bueno	18	MUY MALO
36	3600	37.36	4.08	Regular	1.61	Bueno	26	MALO
37	3700	41.76	4.36	Regular	1.21	Bueno	18	MUY MALO
38	3800	34.28	3.82	Regular	1.25	Bueno	26	MALO
39	3900	47.27	4.34	Regular	1.26	Bueno	28	MALO
40	4000	49.64	4.84	Regular	1.78	Bueno	26	MALO
41	4100	49.41	4.87	Regular	1.99	Bueno	11	MUY MALO
42	4200	47.52	4.83	Regular	1.49	Bueno	13	MUY MALO
43	4300	46.65	5.90	Regular	2.36	Bueno	15	MUY MALO
44	4400	51.79	4.75	Regular	1.90	Bueno	6	FALLADO
45	4500	54.05	5.15	Regular	1.69	Bueno	10	FALLADO
46	4600	31.99	4.53	Regular	1.50	Bueno	21	MUY MALO
47	4700	38.87	4.62	Regular	1.27	Bueno	24	MUY MALO
48	4800	46.71	4.93	Regular	1.82	Bueno	5	FALLADO
49	4900	49.07	5.95	Regular	2.75	Bueno	8	FALLADO
50	5000	47.40	6.01	Regular	2.11	Bueno	5	FALLADO
51	5100	45.17	7.69	Malo	4.61	Regular	9	FALLADO
52	5200	34.00	6.33	Regular	3.96	Regular	21	MUY MALO
53	5300	44.20	4.67	Regular	1.99	Bueno	25	MUY MALO
54	5400	50.97	4.48	Regular	1.31	Bueno	20	MUY MALO
55	5500	53.94	4.51	Regular	1.46	Bueno	46	REGULAR
56	5600	56.04	4.30	Regular	1.26	Bueno	48	REGULAR
57	5700	57.85	2.45	Bueno	1.29	Bueno	50	REGULAR
58	5800	58.04	4.66	Regular	1.69	Bueno	25	MUY MALO
59	5900	54.72	5.05	Regular	2.30	Bueno	21	MUY MALO
60	6000	46.53	3.47	Bueno	3.44	Bueno	20	MUY MALO
61	6100	46.01	2.44	Bueno	2.11	Bueno	70	BUENO
62	6200	48.56	2.49	Bueno	1.74	Bueno	68	BUENO
63	6300	48.90	1.27	Bueno	1.08	Bueno	36	MALO
64	6400	38.97	2.27	Bueno	1.47	Bueno	38	MALO
65	6500	37.47	2.04	Bueno	1.85	Bueno	32	MALO
66	6600	45.93	2.71	Bueno	1.47	Bueno	30	MALO
67	6700	42.51	2.40	Bueno	2.00	Bueno	48	REGULAR
68	6800	27.58	1.89	Bueno	1.31	Bueno	50	REGULAR
69	6900	31.62	2.81	Bueno	1.60	Bueno	42	REGULAR
70	7000	34.88	1.85	Bueno	1.40	Bueno	46	REGULAR
71	7100	36.39	2.83	Bueno	1.69	Bueno	47	REGULAR
72	7200	33.87	1.61	Bueno	1.81	Bueno	72	MUY BUENO
73	7300	28.32	1.46	Bueno	1.18	Bueno	74	MUY BUENO
74	7400	33.41	1.44	Bueno	1.25	Bueno	64	BUENO

Anexo 4: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-02.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 100.00	AL:	0 + 200.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-02					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13		13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		11		6	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	H	2	H	2	H	1	M
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)									
	MEDIO (M)				2				1	
	ALTA (H)		2		2		2			
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	0.60%	H	28							
3	2.96%	M	9							
19	3.15%	H	23							
6	0.70%	H	18							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			78							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	28	23	18	9		78	4	44		
2	28	23	18	2		71	3	46		
3	28	23	2	2		55	2	42		
4	28	2	2	2		34	1	35		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								46		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							54			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							REGULAR 			

Anexo 5: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-03.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 200.00	AL:	0 + 300.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-03				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2				
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NÚMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	11		3		19		1	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	2	M	1	H	4	M
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25.-10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:		BAJA (L)								
		MEDIO (M)			2					
		ALTA (H)	1				1		4	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
11	10.00%	H	50							
3	5.19%	M	11							
19	0.10%	H	8							
1	10.30%	M	49							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			118							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	50	49	11	8		110	2	69		
2	50	49	11	2		110	3	68		
3	50	49	2	2		101	4	58		
4	50	2	2	2		54	5	26		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								69		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							31			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MALO 			

Anexo 6: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-04.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 300.00	AL:	0 + 400.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-04					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	11		10		3		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	M	3	M	4	H	1	H
70 - 55	BUENO		1	L						
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		1							
	MEDIO (M)		1		3					
	ALTA (H)					4		1		
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
11	0.40%	M	6							
11	0.75%	L	1							
10	1.33%	M	2							
3	18.60%	H	40							
19	0.40%	H	11							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			60							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	40	11	6		57	3	38			
2	40	11	2		53	2	41			
3	40	2	2		44	1	45			
4										
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO							45			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							55			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							REGULAR 			

Anexo 7: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-05.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI											
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 300.00			AL:	0 + 400.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-04						
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2						
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO								
MAXIMO =	315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m		LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m		NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10		$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%										
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00										
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2				
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°				
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2				
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2				
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2				
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	11		10		3		19		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		1	M	3	M	4	H	1	H	
70 - 55	BUENO		1	L							
55 - 40	REGULAR										
40 - 25	MALO										
25.-10	MUY MALO										
10 - 0	FALLADO										
TOTAL:			BAJA (L)		1						
			MEDIO (M)		1		3				
			ALTA (H)				4		1		
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO								
11	0.40%	M	6								
11	0.75%	L	1								
10	1.33%	M	2								
3	18.60%	H	40								
19	0.40%	H	11								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			60								
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	40	11	6						57	3	38
2	40	11	2						53	2	41
3	40	2	2						44	1	45
4											
5											
6											
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO											45
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										55	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										REGULAR	



Anexo 10: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-08.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 700.00	AL:	0 + 800.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-08				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	19		1		11		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	M	1	M	
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)		
			1		1		2		
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
19	1.13%	H	19						
1	4.92%	M	52						
11	0.30%	M	5						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			76						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	52	19	5				76	3	48
2	52	19	2				73	2	53
3	52	2	2				56	1	58
4									
5									
6									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									58
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								42	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								REGULAR	



Anexo 11: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-09.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 800.00	AL:	0 + 900.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-09				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2				
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	11		3		1		17	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	H	2	M	1	L	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)						1			
	MEDIO (M)				2					
	ALTA (H)		2						1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
11	0.65%	H	16							
3	18.17%	M	22							
1	0.44%	L	8							
17	0.25%	H	9							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			55							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	22	16	9	8		55	4	31		
2	22	16	9	2		49	3	32		
3	22	16	2	2		42	2	30		
4	22	2	2	2		28	1	28		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								32		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								68		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								BUENO 		

Anexo 12: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-10.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 900.00	AL:	0 + 1000.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-10				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m		
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74		
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	3		11		19		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		4	H	2	M	2	H	
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:	BAJA (L)								
	MEDIO (M)				2				
	ALTA (H)		4			2			
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
3	20.60%	H	40						
11	2.67%	M	16						
19	2.20%	H	20						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			76						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	40	20	16				76	3	48
2	40	20	2				62	2	46
3	40	2	2				44	1	43
4									
5									
6									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									48
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								52	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								REGULAR	

Anexo 13: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-11.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI								
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1000.00	AL:	0 + 1100.00	
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-11		
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2		
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%							
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00							
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2	
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°	
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2	
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2	
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2	
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2	
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		19		10	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	M	1	M	10	M
70 - 55	BUENO		1	H				
55 - 40	REGULAR							
40 - 25	MALO							
25.-10	MUY MALO							
10 - 0	FALLADO							
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)	
			1		1		10	
			1					
CALCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO					
1	2.80%	M	31					
1	24.00%	H	71					
19	0.60%	M	9					
10	6.00%	M	11					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			122					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	71	31	11	9		122	4	69
2	71	31	11	2		115	3	71
3	71	31	2	2		106	2	73
4	71	2	2	2		77	1	74
5								
6								
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								74
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								26
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MALO

Anexo 14: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-12.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1100.00	AL:	0 + 1200.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-12					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =		315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =		135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =		10		$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13				
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =		5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =		5.00		13 es el numero minimo de muestras a evaluar						
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		19		3	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	H	2	M	1	H	1	H
70 - 55	BUENO		1	M						
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)			
			1		2		1		1	
			2							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	5.93%	H	56							
1	2.93%	M	31							
10	6.67%	M	13							
19	0.67%	H	11							
3	12.50%	H	30							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			141							
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	56	31	30	13	11		141	5	72	
2	56	31	30	13	2		132	4	73	
3	56	31	30	2	2		121	3	74	
4	56	31	2	2	2		93	2	66	
5	56	2	2	2	2		64	1	62	
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									74	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									26	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MALO 	



Anexo 16: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-14.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1300.00	AL:	0 + 1400.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-14				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m		
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74		
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	10		1		6		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		14	H	1	H	1	H	
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)		
							14		
							1		
							1		
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
10	7.33%	H	29						
1	40.00%	M	64						
6	0.60%	H	18						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			111						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	64	29	18				111	3	76
2	64	29	2				95	2	66
3	64	2	2				68	1	
4									
5									
6									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									76
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								24	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO	



Anexo 17: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-15.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1400.00	AL:	0 + 1500.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-15				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2				
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	11		1		9		7	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	2	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25.-10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)			
							1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
11	0.15%	H	8							
1	40.28%	H	80							
9	33.33%	H	32							
7	33.33%	H	40							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			160							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	80	40	32	8	160	4	86			
2	80	40	32	2	154	3	88			
3	80	40	2	2	124	2	84			
4	80	2	2	2	86	1	85			
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO							88			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							12			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MUY MALO 			

Anexo 18: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-16.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1500.00	AL:	0 + 1600.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-16				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2				
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		7		6		11	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	H	1	H	1	H	1	M
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)									
	MEDIO (M)								1	
	ALTA (H)		3	1	1					
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	35.33%	H	78							
7	26.67%	M	21							
6	0.75%	H	16							
11	0.15%	M	2							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			117							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	78	21	16					115	3	71
2	78	21	2					101	2	70
3	78	2	2					82	1	80
4										
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										80
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										20
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										MUY MALO



Anexo 19: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-17.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1600.00	AL:	0 + 1700.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-17			
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2			
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	3		10		9		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		3	H	10	H	1	H	
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25.-10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:	BAJA (L)								
	MEDIO (M)								
	ALTA (H)		3		10		1		
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
3	40.67%	H	53						
10	6.67%	H	30						
9	26.67%	H	28						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			111						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	53	30	28				111	3	68
2	53	30	2				85	2	60
3	53	2	2				57	1	58
4									
5									
6									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									68
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								32	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MALO 	



Anexo 20: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-18.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI											
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1700.00	AL:	0 + 1800.00				
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-18						
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2						
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%										
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00										
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2				
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°				
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2				
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2				
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2				
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	6		3		7		9		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		2	H	1	H	1	H	1	H	
70 - 55	BUENO										
55 - 40	REGULAR										
40 - 25	MALO										
25 - 10	MUY MALO										
10 - 0	FALLADO										
TOTAL:	BAJA (L)										
	MEDIO (M)										
	ALTA (H)		2		1		1		1		
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO								
6	1.10%	H	18								
3	43.00%	M	32								
7	30.00%	H	39								
9	30.00%	H	30								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			119								
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	39	32	30	18					119	4	67
2	39	32	30	2					103	3	64
3	39	32	2	2					75	2	54
4	39	2	2	2					45	1	44
5											
6											
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO											67
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)											33
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:											MALO



Anexo 21: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-19.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1800.00	AL:	0 + 1900.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-19					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =		315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =		135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =		10		$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13				
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =		5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =		5.00		13 es el numero minimo de muestras a evaluar						
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		6		19		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	H	2	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)							
			MEDIO (M)							
			ALTA (H)		2		2		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	23.33%	H	71							
6	1.60%	H	19							
19	0.52%	H	11							
9	26.67%	H	29							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			130							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	71	29	19	11		130	4	72		
2	71	29	19	2		121	3	74		
3	71	29	2	2		104	2	71		
4	71	2	2	2		77	1	76		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								76		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								24		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 		

Anexo 22: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-20.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 1900.00	AL:	0 + 2000.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-20					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		7		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	10	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)									
	MEDIO (M)									
	ALTA (H)		1		10		1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	16.00%	H	68							
10	6.00%	H	22							
7	33.33%	H	40							
9	33.33%	H	32							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			162							
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	68	40	32	22			162	4	88	
2	68	40	32	2			142	3	84	
3	68	40	2	2			112	2	76	
4	68	2	2	2			74	1	72	
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									88	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									12	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MUY MALO 	



Anexo 23: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-21.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2000.00	AL:	0 + 2100.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-21				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulmentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		7		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	10	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25.-10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)									
	MEDIO (M)									
	ALTA (H)			1	10	1	1			
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	32.00%	H	76							
10	6.00%	H	22							
7	30.00%	H	39							
9	30.00%	H	30							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			167							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	76	39	30	22				167	4	86
2	76	39	30	2				147	3	85
3	76	39	2	2				119	2	82
4	76	2	2	2				82	1	80
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										86
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										14
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										MUY MALO 

Anexo 24: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-22.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI											
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2100.00	AL:	0 + 2200.00				
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-22					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m		LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m		NÚMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10		$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13		13 es el numero minimo de muestras a evaluar				
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%										
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00										
Nº	TIPO DE FALLA	COD	UND	Nº	TIPO DE FALLA	COD	UND				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2				
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°				
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2				
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2				
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2				
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	3		1		6		9		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		2	H	2	H	1	H	1	H	
70 - 55	BUENO										
55 - 40	REGULAR										
40 - 25	MALO										
25 - 10	MUY MALO										
10 - 0	FALLADO										
TOTAL:		BAJA (L)									
		MEDIO (M)									
		ALTA (H)	2		2		1		1		
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO								
3	16.00%	H	38								
1	16.00%	H	67								
6	0.50%	H	16								
9	26.67%	H	29								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			150								
Nº	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	67	38	29	16					150	4	82
2	67	38	29	2					136	3	80
3	67	38	2	2					109	2	74
4	67	2	2	2					73	1	73
5											
6											
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO											82
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										18	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										MUY MALO 	



Anexo 25: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-23.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2200.00	AL:	0 + 2300.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-23					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	10		1		7		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		8	H	1	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)									
	MEDIO (M)									
	ALTA (H)		8		1		1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
10	4.00%	H	20							
1	26.00%	H	72							
7	33.33%	H	40							
9	33.33%	H	32							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			164							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	72	40	32	20	164	4	88			
2	72	40	32	2	146	3	86			
3	72	40	2	2	116	2	79			
4	72	2	2	2	78	1	76			
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO							88			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							12			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MUY MALO 			

Anexo 29: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-27.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2600.00	AL:	0 + 2700.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-27					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		7		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:		BAJA (L)								
		MEDIO (M)								
		ALTA (H)	1		1		1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	6.67%	H	56							
3	14.00%	H	31							
7	33.33%	H	40							
9	33.33%	H	32							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			159							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	56	40	32	31		159	4	86		
2	56	40	32	2		130	3	78		
3	56	40	2	2		100	2	69		
4	56	2	2	2		62	1	60		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								86		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								14		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 		

Anexo 30: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-28.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI											
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2700.00	AL:	0 + 2800.00				
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-28						
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2						
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m						
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74						
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar						
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%										
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00										
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2				
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°				
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2				
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2				
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2				
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	3		6		10		9		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	H	7	H	1	H	
70 - 55	BUENO										
55 - 40	REGULAR										
40 - 25	MALO										
25 - 10	MUY MALO										
10 - 0	FALLADO										
TOTAL:	BAJA (L)										
	MEDIO (M)										
	ALTA (H)		1		1		7		1		
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO								
3	20.00%	H	41								
6	0.50%	H	16								
10	3.50%	H	20								
9	30.00%	H	30								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			107								
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	41	30	20	16					107	4	60
2	41	30	20	2					93	3	59
3	41	30	2	2					75	2	54
4	41	2	2	2					47	1	46
5											
6											
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO											60
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)											40
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:											MALO



Anexo 31: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-29.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2800.00	AL:	0 + 2900.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-29					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		19		7		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)							
			MEDIO (M)							
			ALTA (H)		1		1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	40.00%	H	79							
19	0.75%	H	9							
7	26.67%	H	21							
9	26.67%	H	29							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			138							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	79	29	21	9	138	4	76			
2	79	29	21	2	131	3	78			
3	79	29	2	2	112	2	77			
4	79	2	2	2	85	1	83			
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO							83			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							17			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MUY MALO 			

Anexo 32: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-30.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI								
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 2900.00	AL:	0 + 3000.00	
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-30			
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2			
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO				
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m	
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74	
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar	
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%							
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00							
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2	
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°	
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2	
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2	
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2	
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2	
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	3		10		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	12	H	1	H
70 - 55	BUENO							
55 - 40	REGULAR							
40 - 25	MALO							
25 - 10	MUY MALO							
10 - 0	FALLADO							
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)	
							1	
							12	
							1	
CALCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO					
3	47.50%	H	58					
10	6.00%	H	24					
9	33.33%	H	32					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			114					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	58	32	24			114	3	69
2	58	32	2			92	2	65
3	58	2	2			62	1	62
4								
5								
6								
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								69
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							31	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MALO 	

Anexo 33: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-31.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 3000.00	AL:	0 + 3100.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-31					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		19		6		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	H	1	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)							
			MEDIO (M)							
			ALTA (H)		2		1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	19.20%	H	68							
19	0.60%	H	12							
6	0.50%	H	17							
9	33.33%	H	32							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			129							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	68	32	17	12		129	4	71		
2	68	32	17	2		119	3	73		
3	68	32	2	2		104	2	72		
4	68	2	2	2		74	1	74		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								74		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								26		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MALO 		

Anexo 34: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-32.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI																															
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 3100.00	AL:	0 + 3200.00																								
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-32																										
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2																										
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO																											
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m																								
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74																								
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar																								
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%																														
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00																														
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND																								
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2																								
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2																								
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°																								
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2																								
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																								
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2																								
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2																								
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2																								
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2																								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																															
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">3</td> <td colspan="2">6</td> <td colspan="2">10</td> <td colspan="2">9</td> </tr> <tr> <td>Cantidad</td> <td>Severidad</td> <td>Cantidad</td> <td>Severidad</td> <td>Cantidad</td> <td>Severidad</td> <td>Cantidad</td> <td>Severidad</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>H</td> <td>1</td> <td>H</td> <td>7</td> <td>H</td> <td>1</td> <td>H</td> </tr> </table>					3		6		10		9		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	2	H	1	H	7	H	1	H
3		6		10		9																									
Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad																								
2	H	1	H	7	H	1	H																								
100 - 85	EXCELENTE																														
85 - 70	MUY BUENO																														
70 - 55	BUENO																														
55 - 40	REGULAR																														
40 - 25	MALO																														
44129.00	MUY MALO																														
10 - 0	FALLADO																														
TOTAL:	BAJA (L)																														
	MEDIO (M)																														
	ALTA (H)		2	1	7	1																									
CALCULO DEL PCI																															
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO																												
3	40.13%	H	52																												
6	0.50%	H	17																												
10	3.50%	H	19																												
9	30.00%	H	30																												
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			118																												
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC																							
1	52	30	19	17		118	4	76																							
2	52	30	19	2		103	3	64																							
3	52	30	2	2		86	2	62																							
4	52	2	2	2		58	1	56																							
5																															
6																															
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								76																							
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							24																								
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MUY MALO																								



Anexo 35: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-33.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 3200.00	AL:	0 + 3300.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-33					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		6		7		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)							
			MEDIO (M)							
			ALTA (H)		1		1		1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	36.00%	H	78							
6	0.65%	H	18							
7	26.67%	H	21							
9	33.33%	H	32							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			149							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	78	32	21	18		149	4	83		
2	78	32	21	2		133	3	79		
3	78	32	2	2		114	2	77		
4	78	2	2	2		84	1	60		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								83		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								17		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 		

Anexo 36: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-34.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 3300.00	AL:	0 + 3400.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-34				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m		
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74		
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		19		9		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	H	1	H	
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)		
							1 1 1		
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
1	32.50%	H	78						
19	0.61%	H	11						
9	26.67%	H	29						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			118						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	78	29	11				118	3	72
2	78	29	2				109	2	75
3	78	2	2				82	1	80
4									
5									
6									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									80
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								20	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 	



Anexo 37: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-35.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI																																																																																																															
PROYECTO:		Av. Prolongación Defensores del Morro		DEL:	0 + 3400.00	AL:	0 + 3500.00																																																																																																								
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO-35																																																																																																									
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2																																																																																																									
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO																																																																																																											
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m																																																																																																								
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74																																																																																																								
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar																																																																																																								
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%																																																																																																														
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00																																																																																																														
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND																																																																																																								
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2																																																																																																								
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2																																																																																																								
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°																																																																																																								
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2																																																																																																								
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																								
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2																																																																																																								
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2																																																																																																								
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2																																																																																																								
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2																																																																																																								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																																																																															
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">6</th> <th colspan="2">9</th> <th colspan="2">10</th> </tr> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>H</th> <th>1</th> <th>H</th> <th>1</th> <th>H</th> <th>9</th> <th>H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					1		6		9		10		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	1	H	1	H	1	H	9	H																																																																																
1		6		9		10																																																																																																									
Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad																																																																																																								
1	H	1	H	1	H	9	H																																																																																																								
100 - 85	EXCELENTE																																																																																																														
85 - 70	MUY BUENO																																																																																																														
70 - 55	BUENO																																																																																																														
55 - 40	REGULAR																																																																																																														
40 - 25	MALO																																																																																																														
25.-10	MUY MALO																																																																																																														
10 - 0	FALLADO																																																																																																														
TOTAL:	BAJA (L)																																																																																																														
	MEDIO (M)																																																																																																														
	ALTA (H)		1	1	1	9																																																																																																									
CALCULO DEL PCI																																																																																																															
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO																																																																																																												
1	37.33%	H	78																																																																																																												
6	0.50%	H	13																																																																																																												
9	33.33%	H	32																																																																																																												
10	3.60%	H	20																																																																																																												
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			143																																																																																																												
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC																																																																																																							
1	78	32	20	13		143	4	79																																																																																																							
2	78	32	20	2		132	3	77																																																																																																							
3	78	32	2	2		114	2	78																																																																																																							
4	78	2	2	2		84	1	82																																																																																																							
5																																																																																																															
6																																																																																																															
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								82																																																																																																							
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							18																																																																																																								
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:							MUY MALO																																																																																																								



Anexo 38: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-36.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 3500.00	AL:	0 + 3600.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-36				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m		
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74		
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	3		7		9		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		1	H	1	H	1	H	
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:			BAJA (L)		MEDIO (M)		ALTA (H)		
							1		
							1		
							1		
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
3	32.50%	H	51						
7	26.67%	H	38						
9	30.00%	H	30						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			119						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	51	38	30				119	3	74
2	51	38	2				91	2	64
3	51	2	2				55	1	53
4									
5									
6									
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									74
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								26	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MALO 	



Anexo 39: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-37.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	0 + 3600.00	AL:	0 + 3700.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO-37					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		6		9	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	H	9	H	1	H	1	H
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)							
			MEDIO (M)		1		9		1	
			ALTA (H)						1	
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	35.73%	H	78							
10	3.90%	H	20							
6	0.70%	H	18							
9	33.33%	H	32							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			148							
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	78	32	20	18		148	4	81		
2	78	32	20	2		132	3	79		
3	78	32	2	2		114	2	77		
4	78	2	2	2		84	1	82		
5										
6										
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								82		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								18		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 		

Anexo 40: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-38.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	3 + 700.00	AL:	3 + 800.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 38					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11		13	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		7	M	1	L	1	M	3	M
70 - 55	BUENO		2	L	1	M				
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)		2		1		3	
			MEDIO (M)		7		1		1	
			ALTA (H)							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	31.05%	M	61							
1	20.50%	L	40.5							
10	1.00%	L	0							
10	1.00%	M	2.5							
11	0.93%	L	1.5							
13	0.33%	M	16.5							
13	1.33%	L	37.5							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			159.5							
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	61	40.5	37.5	16.5	2.5		158	5	68	
2	61	40.5	37.5	16.5	2		158	4	74	
3	61	40.5	37.5	2	2		143	3	72	
4	61	40.5	2	2	2		108	2	64	
5	61	2	2	2	2		69	1	57	
6							0	0		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									74	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									26	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MALO	

Anexo 41: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-39.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	3 + 800.00	AL:	3 + 900.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 39					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11		13	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		7	M	1	L	1	M	3	L
70 - 55	BUENO		2	L						
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		2		1				3	
	MEDIO (M)		7		1		1		1	
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	31.05%	M	61							
1	20.50%	L	40.5							
10	1.00%	L	0							
10	1.00%	M	2.5							
11	0.93%	L	1.5							
13	0.33%	M	16.5							
13	1.33%	L	37.5							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			159.5							
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	61	40.5	37.5	16.5	2.5		158	5	68	
2	61	40.5	37.5	16.5	2		158	4	72	
3	61	40.5	37.5	2	2		143	3	72	
4	61	40.5	2	2	2		108	2	64	
5	61	2	2	2	2		69	1	57	
6							0	0		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									72	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									28	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MALO 	



Anexo 43: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-41.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI																																																																																																																															
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 000.00	AL:	4 + 100.00																																																																																																																								
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 41																																																																																																																										
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2																																																																																																																										
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO																																																																																																																											
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m																																																																																																																								
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74																																																																																																																								
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar																																																																																																																								
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%																																																																																																																														
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00																																																																																																																														
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND																																																																																																																								
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2																																																																																																																								
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2																																																																																																																								
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°																																																																																																																								
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2																																																																																																																								
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																								
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2																																																																																																																								
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2																																																																																																																								
8	Grieta de Reflexión de Junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2																																																																																																																								
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2																																																																																																																								
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																												
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																																																																																															
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">10</th> <th colspan="2">11</th> <th colspan="2">13</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>M</td> <td>1</td> <td>L</td> <td>1</td> <td>M</td> <td>1</td> <td>M</td> <td>3</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>L</td> <td>1</td> <td>M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>					1		10		11		13				Cantidad	Severidad	7	M	1	L	1	M	1	M	3	L	2	L	1	M																																																																																														
1		10		11		13																																																																																																																									
Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad																																																																																																																						
7	M	1	L	1	M	1	M	3	L																																																																																																																						
2	L	1	M																																																																																																																												
100 - 85	EXCELENTE																																																																																																																														
85 - 70	MUY BUENO																																																																																																																														
70 - 55	BUENO																																																																																																																														
55 - 40	REGULAR																																																																																																																														
40 - 25	MALO																																																																																																																														
25 - 10	MUY MALO																																																																																																																														
10 - 0	FALLADO																																																																																																																														
TOTAL:	BAJA (L)		2	1			3																																																																																																																								
	MEDIO (M)		7	1	1		1																																																																																																																								
	ALTA (H)																																																																																																																														
CALCULO DEL PCI																																																																																																																															
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO																																																																																																																												
1	3.80%	L	22																																																																																																																												
13	0.33%	M	17																																																																																																																												
10	9.17%	L	8																																																																																																																												
1	2.00%	H	40																																																																																																																												
1	63.67%	M	72																																																																																																																												
13	1.33%	L	38																																																																																																																												
11	1.25%	L	2																																																																																																																												
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			199																																																																																																																												
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC																																																																																																																							
1	72	40	38	22		172	4	82																																																																																																																							
2	72	40	38	2		152	3	89																																																																																																																							
3	72	40	2	2		116	2	81																																																																																																																							
4	72	2	2	2		78	1	78																																																																																																																							
5						0	0																																																																																																																								
6						0	0																																																																																																																								
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								89																																																																																																																							
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								11																																																																																																																							
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:																																																																																																																															

Anexo 44: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-42.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small>																																																																																																																																			
PROYECTO:		Av. Prolongación Defensores del Morro		DEL:	4 + 100.00	AL:	4 + 200.00																																																																																																																																		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 42																																																																																																																																				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2																																																																																																																																				
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO																																																																																																																																					
MAXIMO =	315.00 m2			LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m																																																																																																																																		
MINIMO =	135.00 m2			ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74																																																																																																																																		
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar																																																																																																																																		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%																																																																																																																																								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00																																																																																																																																								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND																																																																																																																																		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2																																																																																																																																		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2																																																																																																																																		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°																																																																																																																																		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2																																																																																																																																		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2																																																																																																																																		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2																																																																																																																																		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2																																																																																																																																		
8	Grieta de Reflexión de Junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2																																																																																																																																		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2																																																																																																																																		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m																																																																																																																																						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																																																																																																																																									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">10</th> <th colspan="2">11</th> <th colspan="2">13</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>M</td> <td>1</td> <td>L</td> <td>1</td> <td>M</td> <td>1</td> <td>M</td> <td>3</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>L</td> <td>1</td> <td>M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>					1		10		11		13				Cantidad	Severidad	7	M	1	L	1	M	1	M	3	L	2	L	1	M																																																																																																								
1		10		11		13																																																																																																																																			
Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad																																																																																																																																
7	M	1	L	1	M	1	M	3	L																																																																																																																																
2	L	1	M																																																																																																																																						
100 - 85	EXCELENTE																																																																																																																																								
85 - 70	MUY BUENO																																																																																																																																								
70 - 55	BUENO																																																																																																																																								
55 - 40	REGULAR																																																																																																																																								
40 - 25	MALO																																																																																																																																								
25 - 10	MUY MALO																																																																																																																																								
10 - 0	FALLADO																																																																																																																																								
TOTAL:	BAJA (L)		2	1			3																																																																																																																																		
	MEDIO (M)		7	1	1		1																																																																																																																																		
	ALTA (H)																																																																																																																																								
CALCULO DEL PCI																																																																																																																																									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO																																																																																																																																						
1	3.80%	L	22																																																																																																																																						
13	0.33%	M	17																																																																																																																																						
10	9.17%	L	8																																																																																																																																						
1	2.00%	H	40																																																																																																																																						
1	63.67%	M	72																																																																																																																																						
13	1.33%	L	38																																																																																																																																						
11	1.25%	L	2																																																																																																																																						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			199																																																																																																																																						
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q		VDC																																																																																																																																
1	72	40	38	22		172	4	82																																																																																																																																	
2	72	40	38	2		152	3	87																																																																																																																																	
3	72	40	2	2		116	2	81																																																																																																																																	
4	72	2	2	2		78	1	78																																																																																																																																	
5						0	0																																																																																																																																		
6						0	0																																																																																																																																		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								87																																																																																																																																	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								13																																																																																																																																	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 																																																																																																																																	

Anexo 46: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-44.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI												
PROYECTO:		Av. Prolongación Defensores del Morro		DEL:	4 + 300.00	AL:	4 + 400.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 44							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO								
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m							
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74							
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar							
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		7		10		11		13	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	M	2	H	4	L	2	L	1	M
70 - 55	BUENO		8	L			2	M	1	M		
55 - 40	REGULAR		3	H								
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:			BAJA (L)		8		4		2			
			MEDIO (M)		1		2		1		1	
			ALTA (H)		3		2					
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	36.43%	L	49									
1	2.40%	M	30.5									
1	36.67%	H	79									
7	2.00%	H	10									
10	24.67%	L	11.5									
10	15.00%	M	21									
11	1.57%	L	3									
11	1.50%	M	11									
13	1.33%	M	38									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			253									
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC		
1	79	49	38					166	3	94		
2	79	49	2					130	2	86		
3	79	2	2					83	1	84		
4								0	0			
5								0	0			
6								0	0			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										94		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										6		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										FALLADO		

Anexo 47: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-45.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI												
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 400.00	AL:	4 + 500.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 45							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO								
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m							
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74							
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar							
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		7		10		11		13	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	M	2	H	4	L	2	L	1	M
70 - 55	BUENO		8	L			2	M	1	M		
55 - 40	REGULAR		3	H								
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:	BAJA (L)		8		4		2		1		1	
	MEDIO (M)		1		2		1					
	ALTA (H)		3		2							
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	36.43%	L	49									
1	2.40%	M	30.5									
1	36.67%	H	79									
7	2.00%	H	10									
10	24.67%	L	11.5									
10	15.00%	M	21									
11	1.57%	L	3									
11	1.50%	M	11									
13	1.33%	M	38									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			253									
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC		
1	79	49	38					166	3	90		
2	79	49	2					130	2	82		
3	79	2	2					83	1	80		
4								0	0			
5								0	0			
6								0	0			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										90		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								10				
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								FALLADO				

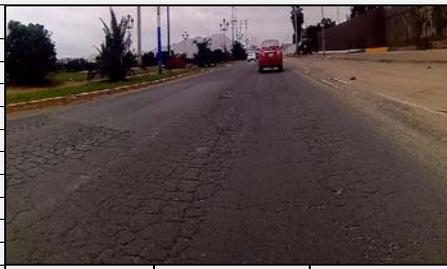
Anexo 48: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-46.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP SAN MARTIN DE PORRES								
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 500.00	AL:	4 + 600.00							
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 46									
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2									
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO											
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m									
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74									
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar									
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%													
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00													
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND							
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2							
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2							
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°							
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2							
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2							
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2							
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2							
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2							
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2							
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m											
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES														
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10		11		13			
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
85 - 70	MUY BUENO		5	L	2	L	1	L	4	L	1	L		
70 - 55	BUENO		2	M										
55 - 40	REGULAR													
40 - 25	MALO													
25 - 10	MUY MALO													
10 - 0	FALLADO													
TOTAL:			BAJA (L)		5		2		1		4		1	
			MEDIO (M)		2									
			ALTA (H)											
CALCULO DEL PCI														
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO											
1	27.33%	L	45											
1	10.67%	M	49											
3	12.67%	L	10											
10	3.33%	L	1.5											
11	22.28%	L	5											
13	2.33%	L	31											
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			141.5											
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC						
1	49	45	31	10	5	140	5	73						
2	49	45	31	10	2	137	4	78						
3	49	45	31	2	2	129	3	79						
4	49	45	2	2	2	100	2	70.5						
5	49	2	2	2	2	57	1	58						
6						0	0							
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								79						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								21						
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 						

Anexo 49: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-47.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI												
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 600.00	AL:	4 + 700.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 47							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO									
MAXIMO =	315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m		LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m		NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10		$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10		11		13	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		5	L	2	L	1	L	4	L	1	L
70 - 55	BUENO		2	M								
55 - 40	REGULAR											
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:	BAJA (L)		5		2		1		4		1	
	MEDIO (M)		2									
	ALTA (H)											
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	27.33%	L	45									
1	10.67%	M	49									
3	12.67%	L	10									
10	3.33%	L	1.5									
11	22.28%	L	5									
13	2.33%	L	31									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			141.5									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	49	45	31	10	5		140	5	72			
2	49	45	31	10	2		137	4	75			
3	49	45	31	2	2		129	3	76			
4	49	45	2	2	2		100	2	70.5			
5	49	2	2	2	2		57	1	58			
6							0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									76			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									24			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MUY MALO			

Anexo 50: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-48.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small>					
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 700.00	AL:	4 + 800.00				
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 48						
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2						
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO								
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m						
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74						
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%										
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00										
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND				
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2				
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2				
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°				
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2				
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2				
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2				
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2				
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2				
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2				
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		11		13		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		2	L	1	L	3	L	1	L	
70 - 55	BUENO		3	M			1	M			
55 - 40	REGULAR		4	H							
40 - 25	MALO										
25 - 10	MUY MALO										
10 - 0	FALLADO										
TOTAL:	BAJA (L)		2		1		3		1		
	MEDIO (M)		3				1				
	ALTA (H)		4								
CALCULO DEL PCI											
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO								
1	32.03%	L	49								
1	23.83%	M	59								
1	9.17%	H	61								
3	12.67%	L	10								
11	23.18%	L	5								
11	1.17%	M	10								
13	4.33%	L	40								
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			234								
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC			
1	61	59	49	40	10	219	5	91			
2	61	59	49	40	2	211	4	95			
3	61	59	49	2	2	173	3	92			
4	61	59	2	2	2	126	2	85			
5	61	2	2	2	2	69	1	72			
6						0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									95		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								5			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								FALLADO			

Anexo 51: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-49.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP SAN MARTIN DE PORRES				
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 800.00	AL:	4 + 900.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 49					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		11		13	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	L	1	L	3	L	1	L
70 - 55	BUENO		3	M			1	M		
55 - 40	REGULAR		4	H						
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		2		1		3		1	
	MEDIO (M)		3				1			
	ALTA (H)		4							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	32.03%	L	49							
1	23.83%	M	59							
1	9.17%	H	61							
3	12.67%	L	10							
11	23.18%	L	5							
11	1.17%	M	10							
13	4.33%	L	40							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			234							
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	61	59	49	40	10		219	5	91	
2	61	59	49	40	2		211	4	92	
3	61	59	49	2	2		173	3	92	
4	61	59	2	2	2		126	2	85	
5	61	2	2	2	2		69	1	72	
6							0	0		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									92	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								8		
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								FALLADO		

Anexo 52: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-50.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP <small>SAN MARTIN DE PORRES</small>				
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	4 + 900.00	AL:	5 + 000.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 50					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		11		13			
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	L	2	L	1	M		
70 - 55	BUENO		1	M	2	M				
55 - 40	REGULAR		2	H						
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		1		2					
	MEDIO (M)		1		2	1				
	ALTA (H)		2							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	14.00%	L	38							
1	37.33%	M	64							
1	38.17%	H	79							
11	3.40%	L	7							
11	5.67%	M	22							
13	0.67%	M	36							
			VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN							
			246							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	79	64	38					181	3	95
2	79	64	2					145	2	90
3	79	2	2					83	1	86
4								0	0	
5								0	0	
6								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										95
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										5
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										FALLADO

Anexo 53: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-51.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 000.00	AL:	5 + 100.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 51				
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2				
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13		13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		11		13		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		1	L	2	L	1	M	
70 - 55	BUENO		1	M	2	M			
55 - 40	REGULAR		2	H					
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:			BAJA (L)		2				
			MEDIO (M)		1		1		
			ALTA (H)		2				
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
1	14.00%	L	38						
1	37.33%	M	64						
1	38.17%	H	79						
11	3.40%	L	7						
11	5.67%	M	22						
13	0.67%	M	36						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			246						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	79	64	38				181	3	91
2	79	64	2				145	2	90
3	79	2	2				83	1	86
4							0	0	
5							0	0	
6							0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									91
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								9	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								FALLADO	

Anexo 54: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-52.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI												
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 100.00	AL:	5 + 200.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 52							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO									
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m							
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74							
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar							
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10					
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad		
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L	1	L				
70 - 55	BUENO		1	H								
55 - 40	REGULAR											
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:		BAJA (L)	3		1		1					
		MEDIO (M)										
		ALTA (H)	1									
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	49.50%	L	52									
1	24.75%	H	59									
3	31.67%	L	18									
10	5.00%	L	2.5									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			131.5									
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC	
1	59	52	18	2.5					132	4	74	
2	59	52	18	2					131	3	74	
3	59	52	2	2					115	2	79	
4	59	2	2	2					65	1	66	
5									0	0		
6									0	0		
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO											79	
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)											21	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:											MUY MALO	

Anexo 55: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-53.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI								
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 200.00	AL:	5 + 300.00	
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 53			
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2			
NORMA D6433-11				INFORMACION DEL PAVIMENTO				
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%							
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5,00							
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2	
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°	
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2	
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2	
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2	
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2	
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L	1	L
70 - 55	BUENO		1	H				
55 - 40	REGULAR							
40 - 25	MALO							
25 - 10	MUY MALO							
10 - 0	FALLADO							
TOTAL:	BAJA (L)		3		1		1	
	MEDIO (M)							
	ALTA (H)		1					
CALCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO					
1	49.50%	L	52					
1	24.75%	H	59					
3	31.67%	L	18					
10	5.00%	L	2.5					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			131.5					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	59	52	18	2.5		132	4	74
2	59	52	18	2		131	3	70
3	59	52	2	2		115	2	75
4	59	2	2	2		65	1	63
5						0	0	
6						0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								75
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								25
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 



Anexo 57: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-55.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 400.00	AL:	5 + 500.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 55					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10			
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		6	L	3	L	2	L		
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)		3		2			
			MEDIO (M)							
			ALTA (H)							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	39.25%	L	50							
3	27.08%	L	18							
10	13.33%	L	10							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			78							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	50	18	10					78	3	50
2	50	18	2					70	2	52
3	50	2	2					54	1	54
4								0	0	
5								0	0	
6								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										54
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										46
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										REGULAR

Anexo 58: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-56.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small>						
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 500.00	AL:	5 + 600.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 56							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO									
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m							
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74							
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar						
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES										
100 - 85	EXCELENTE		1		3		10					
85 - 70	MUY BUENO		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
70 - 55	BUENO		6	L	3	L	2	L				
55 - 40	REGULAR											
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:	BAJA (L)		6		3		2					
	MEDIO (M)											
	ALTA (H)											
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	39.25%	L	50									
3	27.08%	L	18									
10	13.33%	L	10									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			78									
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC		
1	50	18	10					78	3	50		
2	50	18	2					70	2	52		
3	50	2	2					54	1	50		
4								0	0			
5								0	0			
6								0	0			
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										52		
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									48			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									REGULAR			

Anexo 59: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-57.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 600.00	AL:	5 + 700.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 57					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10			
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		6	L	3	L	2	L		
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)		3		2			
			MEDIO (M)							
			ALTA (H)							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	39.25%	L	50							
3	27.08%	L	18							
10	13.33%	L	10							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			78							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	50	18	10					78	3	46
2	50	18	2					70	2	49
3	50	2	2					54	1	50
4								0	0	
5								0	0	
6								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										50
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										50
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										REGULAR



Anexo 60: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-58.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 700.00	AL:	5 + 800.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 58					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de Junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10			
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L	1	L		
70 - 55	BUENO		1	H						
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		3		1		1			
	MEDIO (M)									
	ALTA (H)		1							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	49.50%	L	52							
1	24.75%	H	59							
3	31.67%	L	18							
10	5.00%	L	2.5							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			131.5							
N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	59	52	18	2.5	132	4	70			
2	59	52	18	2	131	3	74			
3	59	52	2	2	115	2	75			
4	59	2	2	2	65	1	66			
5					0	0				
6					0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO							75			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							25			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:						MUY MALO				

Anexo 61: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-59.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI								
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 800.00	AL:	5 + 900.00	
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 59			
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2			
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%							
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00							
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2	
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°	
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2	
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2	
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2	
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2	
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L		
70 - 55	BUENO		1	H				
55 - 40	REGULAR							
40 - 25	MALO							
25 - 10	MUY MALO							
10 - 0	FALLADO							
TOTAL:	BAJA (L)		3		1		1	
	MEDIO (M)							
	ALTA (H)		1					
CALCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO					
1	49.50%	L	52					
1	24.75%	H	59					
3	31.67%	L	18					
10	5.00%	L	2.5					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			131.5					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	59	52	18	2.5		132	4	69
2	59	52	18	2		131	3	79
3	59	52	2	2		115	2	71
4	59	2	2	2		65	1	66
5						0	0	
6						0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								79
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								21
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 

Anexo 62: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-60.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI								
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	5 + 900.00	AL:	6 + 000.00	
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 58			
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2			
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO					
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m			
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74			
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar		
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%							
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00							
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2	
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2	
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°	
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2	
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2	
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2	
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2	
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2	
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2	
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m					
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L	1	L
70 - 55	BUENO		1	H				
55 - 40	REGULAR							
40 - 25	MALO							
25 - 10	MUY MALO							
10 - 0	FALLADO							
TOTAL:	BAJA (L)		3		1		1	
	MEDIO (M)							
	ALTA (H)		1					
CALCULO DEL PCI								
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO					
1	49.50%	L	52					
1	24.75%	H	59					
3	31.67%	L	18					
10	5.00%	L	2.5					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			131.5					
N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	59	52	18	2.5		132	4	72
2	59	52	18	2		131	3	76
3	59	52	2	2		115	2	80
4	59	2	2	2		65	1	66
5						0	0	
6						0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO								80
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								20
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								MUY MALO 



Anexo 63: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-61.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI									
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 000.00	AL:	6 + 100.00		
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO - 61			
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2			
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO						
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m				
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74				
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar			
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%								
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00								
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND		
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2		
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2		
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	m²		
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2		
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2		
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2		
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2		
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2		
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2		
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m						
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad 3	Severidad L	Cantidad 2	Severidad L	Cantidad 1	Severidad L	
85 - 70	MUY BUENO								
70 - 55	BUENO								
55 - 40	REGULAR								
40 - 25	MALO								
25 - 10	MUY MALO								
10 - 0	FALLADO								
TOTAL:	BAJA (L)		3		2		1		
	MEDIO (M)						1	1	
	ALTA (H)								
CALCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO						
1	5.13%	L	28						
10	7.00%	L	8						
11	0.13%	L	0						
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			36						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	28	8					36	2	26
2	28	2					30	1	30
3							0	0	
4							0	0	
5							0	0	
6							0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									30
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								70	
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:								BUENO	

Anexo 64: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-62.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 100.00	AL:	6 + 200.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 62					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11			
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	2	L	1	L		
70 - 55	BUENO									
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:		BAJA (L)	3		2		1			
		MEDIO (M)					1		1	
		ALTA (H)								
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	5.13%	L	28							
10	7.00%	L	8							
11	0.13%	L	0							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			36							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	28	8						36	2	26
2	28	2						30	1	32
3								0	0	
4								0	0	
5								0	0	
6								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										32
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										68
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										BUENO

Anexo 65: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-63.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI												
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 200.00	AL:	6 + 300.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 63							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO									
MAXIMO =	315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m		LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m		NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10		$n = \frac{6^2}{4} \times (N - 1) + s^2$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	m ²					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10		13		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	L	1	M	1	L	1	M	1	M
70 - 55	BUENO		3	M			2	M				
55 - 40	REGULAR											
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:	BAJA (L)		1				1					
	MEDIO (M)		3		1		2		1			1
	ALTA (H)											
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	0.33%	L	5									
1	3.07%	M	32									
3	2.00%	M	8									
10	3.33%	L	2									
10	16.67%	M	22									
13	1.67%	M	40									
19	1.50%	M	8									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			117									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	40	32	22	8	8	5	115	6	57			
2	40	32	22	8	8	2	112	5	60			
3	40	32	22	8	2	2	106	4	60			
4	40	32	22	2	2	2	100	3	64			
5	40	32	2	2	2	2	80	2	58			
6	40	2	2	2	2	2	50	1	52			
7							0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									64			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									36			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MALO			

Anexo 66: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-64.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP <small>SAN MARTIN DE PORRES</small>						
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 300.00	AL:	6 + 400.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO - 64						
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2						
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO									
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m							
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74							
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar							
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		3		10		13		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	L	1	M	1	L	1	M	1	M
70 - 55	BUENO		3	M			2	M				
55 - 40	REGULAR											
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:	BAJA (L)		1				1					
	MEDIO (M)		3		1		2		1			1
	ALTA (H)											
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	0.33%	L	5									
1	3.07%	M	32									
3	2.00%	M	8									
10	3.33%	L	2									
10	16.67%	M	22									
13	1.67%	M	40									
19	1.50%	M	8									
			VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN									
			117									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	40	32	22	8	8	5	115	6	57			
2	40	32	22	8	8	2	112	5	60			
3	40	32	22	8	2	2	106	4	60			
4	40	32	22	2	2	2	100	3	62			
5	40	32	2	2	2	2	80	2	58			
6	40	2	2	2	2	2	50	1	52			
7							0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									62			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									38			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MALO			



Anexo 67: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-65.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP SAN MARTIN DE PORRES							
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 400.00	AL:	6 + 500.00						
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:		TRAMO - 65							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:		300.00 m2							
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO										
MAXIMO =	315.00 m2		LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m		LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m						
MINIMO =	135.00 m2		ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m		NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74						
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10		$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$			13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar						
ERROR ACCEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%												
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (l) =	5.00												
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND						
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2						
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2						
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°						
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2						
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2						
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2						
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2						
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2						
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2						
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES													
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		4		11		13		19		
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L	3	L	1	L	1	L	
70 - 55	BUENO		1	H	1	M					1	M	
55 - 40	REGULAR												
40 - 25	MALO												
25 - 10	MUY MALO												
10 - 0	FALLADO												
TOTAL:	BAJA (L)		3		1		3		1		1		
	MEDIO (M)		1		1						1		
	ALTA (H)												
CALCULO DEL PCI													
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO										
1	8.70%	L	32										
1	3.33%	H	52										
4	0.16%	L	0										
4	0.33%	M	7										
11	1.29%	L	2										
13	1.00%	L	20										
19	2.10%	L	3										
19	3.33%	M	11										
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			127										
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC				
1	52	32	20	11	7		122	5	64				
2	52	32	20	11	2		117	4	68				
3	52	32	20	2	2		108	3	68				
4	52	32	2	2	2		90	2	64				
5	52	2	2	2	2		60	1	60				
6							0	0					
7							0	0					
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									68				
INDICE DE CONDICI3N DEL PAVIMENTO (PCI)									32				
CLASIFICACI3N DE PAVIMENTO:									MALO				



Anexo 68: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-66.

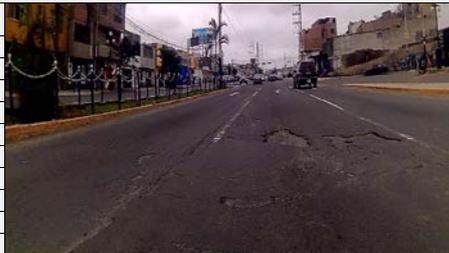
EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI												
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 500.00	AL:	6 + 600.00					
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 66							
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2							
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO									
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m							
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74							
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar							
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%											
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00											
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND					
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2					
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2					
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°					
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2					
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2					
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2					
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólicas	GP	m2					
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2					
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2					
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		4		11		13		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	1	L	3	L	1	L	1	L
70 - 55	BUENO		1	H	1	M					1	M
55 - 40	REGULAR											
40 - 25	MALO											
25 - 10	MUY MALO											
10 - 0	FALLADO											
TOTAL:			BAJA (L)		3		1		3		1	
			MEDIO (M)		1		1				1	
			ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI												
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1	8.70%	L	32									
1	3.33%	H	52									
4	0.16%	L	0									
4	0.33%	M	7									
11	1.29%	L	2									
13	1.00%	L	20									
19	2.10%	L	3									
19	3.33%	M	11									
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			127									
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	52	32	20	11	7		122	5	64			
2	52	32	20	11	2		117	4	68			
3	52	32	20	2	2		108	3	70			
4	52	32	2	2	2		90	2	64			
5	52	2	2	2	2		60	1	60			
6							0	0				
7							0	0				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO									70			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									30			
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:									MALO			

Anexo 71: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-69.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP <small>SAN MARTIN DE PORRES</small>				
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	6 + 800.00	AL:	6 + 900.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 69					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólicas	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		3	L	2	L	1	L	2	L
70 - 55	BUENO		2	M						
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		3		2		1		2	
	MEDIO (M)		2							
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	1.63%	L	15							
1	12.92%	M	51							
10	38.33%	L	18							
11	1.33%	L	2							
19	6.42%	L	4							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			90							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	51	18	15	4				88	4	50
2	51	18	15	2				86	3	55
3	51	18	2	2				73	2	54
4	51	2	2	2				57	1	58
5								0	0	
6								0	0	
7								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										58
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										42
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										REGULAR

Anexo 73: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-71.

EVALUACION DE PAVIMENTOS AFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI						 USMP SAN MARTIN DE PORRES				
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	7 + 000.00	AL:	7 + 100.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 71					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10					
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		1	L	1	L				
70 - 55	BUENO		2	M						
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		1		1					
	MEDIO (M)		2							
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	1.00%	L	10							
1	12.97%	M	50							
10	26.67%	L	15							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			75							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	50	15	10					75	3	48
2	50	15	2					67	2	49
3	50	2	2					54	1	53
4								0	0	
5								0	0	
6								0	0	
7								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										53
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										47
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										REGULAR



Anexo 74: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-72.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	7 + 100.00	AL:	7 + 200.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 72					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parcheo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	L	2	L	1	M	1	L
70 - 55	BUENO								2	M
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:	BAJA (L)		2		2				1	
	MEDIO (M)						1		2	
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	2.67%	L	20							
10	7.17%	L	6							
11	0.40%	M	7							
19	0.40%	L	1							
19	5.67%	M	8							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			42							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	20	8	7	6				41	4	22
2	20	8	7	2				37	3	24
3	20	8	2	2				32	2	26
4	20	2	2	2				26	1	28
5								0	0	
6								0	0	
7								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										28
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										72
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										MUY BUENO 



Anexo 75: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento TRAMO-73.

EVALUACION DE PAVIMENTOS ASFALTICOS MEDIANTE EL METODO PCI										
PROYECTO:		Av. Prolongacion Defensores del Morro		DEL:	7 + 200.00	AL:	7 + 300.00			
FECHA:		martes, 25 de Agosto de 2020		CODIGO:	TRAMO - 73					
RESPONSABLES:		Bach. Leon Acosta, Fernando Jesus Bach. Coral Gonzalez, Jose Augusto		SECCION:	300.00 m2					
NORMA D6433-11			INFORMACION DEL PAVIMENTO							
MAXIMO =	315.00 m2	LONGITUD DE LA VIA:	7400.00 m	LONGITUD DE MUESTRA	100.00 m					
MINIMO =	135.00 m2	ANCHO DE LA CALZADA:	3.00 m	NUMERO TOTAL DE LAS MUESTRAS (N)	74					
DESVIACION ESTANDAR (Inciso 7.5.2) (s) =	10	$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$		13	13 es el numero minimo de muestras a evaluar					
ERROR ACEPTABLE (Inciso 7.5.2) (e) =	5%									
Unidades de Muestreo (Inciso 7.5.3) (i) =	5.00									
N°	TIPO DE FALLA	COD	UND	N°	TIPO DE FALLA	COD	UND			
1	Piel de Cocodrilo	PC	m2	11	Parqueo	PAR	m2			
2	Exudación	EX	m2	12	Pulimentos de Agregados	PUA	m2			
3	Agrietamiento en Bloque	AB	m2	13	Huecos	HUE	n°			
4	Abultamiento y Hundimientos	AH	m2	14	Cruce de vía Férrea	CVF	m2			
5	Corrugación	COD	m2	15	Ahuellamiento	AHU	m2			
6	Depresión	DEP	m2	16	Desplazamiento	DESP	m2			
7	Grieta de Borde	GB	m	17	Grietas Parabólica	GP	m2			
8	Grieta de Reflexión de junta	GRJ	m	18	Hinchamiento	HIN	m2			
9	Desnivel carril/berma	DCB	m	19	Desprendimiento de Agregados	DEAG	m2			
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES	1		10		11		19	
100 - 85	EXCELENTE		Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad	Cantidad	Severidad
85 - 70	MUY BUENO		2	L	2	L	1	M	1	L
70 - 55	BUENO								2	M
55 - 40	REGULAR									
40 - 25	MALO									
25 - 10	MUY MALO									
10 - 0	FALLADO									
TOTAL:			BAJA (L)		2		2		1	
			MEDIO (M)				1		2	
			ALTA (H)							
CALCULO DEL PCI										
TIPO DE FALLA	DENSIDAD	SEVERIDAD	VALOR DEDUCIDO							
1	2.67%	L	20							
10	7.17%	L	6							
11	0.40%	M	7							
19	0.40%	L	1							
19	5.67%	M	8							
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN			42							
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	20	8	7	6				41	4	22
2	20	8	7	2				37	3	24
3	20	8	2	2				32	2	26
4	20	2	2	2				26	1	25
5								0	0	
6								0	0	
7								0	0	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO MAXIMO										26
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)										74
CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTO:										MUY BUENO 



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Allende, F. (2017). *Evaluación Comparativa de las Vías: Saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-Abra Ccorao, Abra Ccorao-Ccorao y Ccorao-Ryaniyoc; según la determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)*. (Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima: Perú). Recuperado de http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/1245/1/Fabrizio_Tesis_ba_chiller_2017_Part.1.pdf [Consulta: 6 de abril de 2020].
- Almenara, C. (2015). *Aplicación de teléfonos inteligentes para determinar la rugosidad de pavimentos urbanos en Lima*. (Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6087/ALMENARA_CARLOS_APLICACION_TELEFONOS_INTELIGENTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta: 2 de abril de 2020].
- American Society for Testing and Materials. (2011). *Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/409330160/Manual-PCI-ASTM-D-6433-pdf> [Consulta: 10 de abril de 2020].
- Asociación de Productores y Pavimentadores Asfálticos de Colombia. (2004). *Cartilla del pavimento asfáltico*. Colombia: ASOPAC.
- Badilla, G. (2009). Determinación de la Regularidad Superficial del pavimento mediante el cálculo del Índice de Regularidad Superficial (IRI). *Infraestructura Vial*, (21), 30-37. Recuperado de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/504/Determinaci%3bn%20de%20un%20procedimiento%20de%20ensayo%20para%20el%20c%3a1lc%20del%20IRI%2c%20Gustavo%20Badilla.PDF?sequence=1&isAllowed=y> [Consulta: 8 de abril de 2020].

- Chávez, A., & Peñarreta, L. (2019). *Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento*. (Tesis de grado, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería. Ecuador: Cuenca). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32499/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.pdf> [Consulta: 10 de abril de 2020].
- Chevarría, J. (2019). *Correlación entre el índice de correlación internacional y el índice de inventario de condición del ministerio de transportes y comunicaciones*. (Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima: Perú). Recuperado de http://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/5342/chevarria_bjle.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta: 10 de abril de 2020].
- Córdova, M. (2009). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Lima: MOSHERA S.R.L.
- Córdova, M. (2006). *Estadística Inferencial*. Lima: MOSHERA S.R.L.
- Coripuna, C., & Huanacchiri, Y. (2019). Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI con el software evalpav, en las avenidas El Trébol, Venus y Manuel Gonzales Prada (km0+000-2+383) del distrito de Los Olivos. (Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima: Perú). [Recuperado de http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/5959](http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/5959) [Consulta: 1 de julio de 2020].
- Forslof, L., & Jones H, (2015). Roadroid: Continuous road condition monitoring with smartphones. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, (9), 485-496. Doi: 10.17265/1934-7359/2015.04.012.
- Gorgas, J., Cardiel, N., & Zamorano, J. (2011). *Estadística básica para estudiantes de ciencias*. Madrid: ISBN.
- Gutiérrez, G., (2018). *Aplicación del método (ROADROID) para la estimación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mediante Smartphone*. (Tesis de Grado, Universidad Técnica de Oruro, Facultad Nacional de Ingeniería. Bolivia: Oruro). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/393304347/Proyecto-de-Grado> [Consulta: 2 de mayo de 2020].

- Harris, J. (2017). *Índice de Regularidad Internacional. Diseño de Pavimentos y Estabilización de Suelos*. Recuperado de https://www.academia.edu/35614221/%C3%8DNDICE_DE_REGULARIDAD_INTERNACIONAL_IRI [Consulta: 19 de marzo de 2020].
- Hurtado, O. (s.f). *Índice Internacional de Rugosidad (IRI)*. [Presentación para la Maestría en Transportes y Conservación Vial]. S.I.: AnaBelénChávez. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/434529793/IRI> [Consulta: 4 de Mayo de 2020].
- Latorre, F. (2018). *Aplicación del sistema Roadroid utilizando Smartphone para Diagnosticar la Uniformidad Superficial del Pavimento en el centro Urbano de Chiclayo*. (Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Chiclayo: Perú). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28506> [Consulta: 10 de Mayo de 2020].
- López, J. (2019). *Comparación del Índice de rugosidad internacional utilizando la aplicación Roadroid y el Equipo Rooga en el pavimento, desde el Puente Cunas hasta el Puente Chupuro – Chupaca al año 2018*. (Tesis de Grado, Universidad Continental, Facultad de Ingeniería. Huancayo: Perú). Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6166> [Consulta: 15 de Abril de 2020].
- Menéndez, J. (2012). *Ingeniería de pavimentos: Materiales, Diseño y Conservación*. 3era.ed. Lima: Fondo editorial ICG.
- Ministerio de Salud. [Minsa_Perú]. (24 de junio de 2020). Situación del coronavirus en el Perú hasta las 00:00 horas del 24 de junio [Tuit]. Recuperado de https://twitter.com/Minsa_Peru/status/1275891812314595328?s=20%20 [Consulta: 28 de junio de 2020].
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Informe de Control de Calidad Noviembre – 2018*. Recuperado de

<https://es.scribd.com/document/399508525/Ensayos-de-IRI-CARRETERAS> [Consulta: 26 de marzo de 2020].

Ministerio de Transportes y comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Diseño Geométrico*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf [Consulta: 2 de abril de 2020].

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección: Pavimentos Flexibles*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf [Consulta: 25 de marzo de 2020].

Montoya, J. (2013). *Análisis del IRI para un proyecto de carretera sinuosa concesionada en el Perú*. (Tesis de Maestría, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/1967/MAS_ICIV-L_023.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta: 29 de marzo de 2020].

Pachay, I. (2017). *Evaluación de la condición del pavimento flexible vía de acceso a la parroquia La Unión (0+000 – 0+966) aplicando el método PCI*. (Tesis de Grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Técnicas. Jipijapa: Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/929/1/UNESUM-ECU-CIVIL-2017-32.pdf> [Consulta: 3 de abril de 2020].

Pérez, D. (2012). *Análisis del Índice de Perfil en tramos carreteros y algunas recomendaciones para mejorarlo*. (Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. Coyoacán: México). Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.10>

- [0/2367/TESIS%20PROFESIONAL%20OK.pdf?sequence=1](https://www.researchgate.net/publication/327159002_Assessment_of_the_road_based_on_PCI_and_IRI_roadroid_measurement) [Consulta: 4 de abril de 2020]
- Provías Descentralizado. [ProviasDes_Pe]. (28 de junio de 2020). Beneficios del programa Arranca Perú [Tuit]. Recuperado de https://twitter.com/ProviasDes_Pe/status/1275804040107118594 [Consulta: 25 de junio de 2020].
- Provías Nacional. (2020). Plan operativo institucional. [Recuperado de https://www.pvn.gob.pe/planes-y-proyectos/planeamiento/plan-operativo-institucional/](https://www.pvn.gob.pe/planes-y-proyectos/planeamiento/plan-operativo-institucional/) [Consulta: 25 de marzo de 2020].
- Putra, D., & Suprpto, M. (2018). Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement. *EDP Sciences*, (150), 1-6. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/327159002_Assessment_of_the_road_based_on_PCI_and_IRI_roadroid_measurement [Consulta: 5 de junio de 2020].
- Ramírez, B. (2017). *Cálculo del IRI mediante Acelerómetro de Smartphone en el tramo de Huarmey – Casma de la carretera Panamericana Norte*. (Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9714/RAMIREZ_CASTRO_BRIAN_CALCULO_ANEXOS.pdf?sequence=2&isAllowed=y [Consulta 12 de marzo de 2020].
- Ramos, J., Sánchez, J., & Bendezú, E. (s.f). *Evaluación del Pavimento Flexible mediante la Técnica del Reciclado en la Av. Leoncio Prado – Chilca*. Recuperado de https://issuu.com/thegusstock/docs/evaluacion_del_pavimento_flexible_mediante_la_tecnica [Consulta: 14 de abril de 2020].
- Roadroid. (2020). *Roadroid User Guide - Version 2 Pro*. [Recuperado de roadroid.com/Home/About](https://roadroid.com/Home/About) [Consulta: 1 de junio de 2020].
- Robles, R. (2015). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima*. (Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2399/robles_r.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta: 13 de abril de 2020].

Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. (Trabajo de Grado, Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Consulta: 18 de marzo de 2020].

Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño*. Lima: Macro EIRL.

Sachún, J. (2016). *Estudio del índice de rugosidad internacional del panamericano norte – zona Trujillo para su mantenimiento*. (Trabajo de grado, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería. Trujillo: Perú). Recuperado de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2548> [Consulta: 1 de mayo de 2020].

Shah, Y., Jain, S., & Tiwari, D. (2013). Desarrollo del índice de condición general del pavimento para la red vial urbana. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, (104), 332 - 341. [Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813045175](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813045175) [Consulta: 1 de agosto del 2020].

Sierra, C., & Rivas, A. (2016). *Aplicación y Comparación de las diferentes metodologías de diagnósticos para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía Al Llano (DG 78 BIS Sur – Calle 84 Sur) en la UPZ Yomasa*. (Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. Bogotá: Colombia). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13987/4/TRABAJO%20ODE%20GRADO%20VIZIR%20Y%20PCI%202016%20.pdf> [Consulta: 1 de julio de 2020].

Than, H. (2017). *Investigación de Aplicaciones de Teléfono Inteligente en Gestión de Mantenimiento de Caminos Locales en el Engranaje de la Provincia de Bac Giang*. (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Vietnam de Ho Chi Minh, Facultad de Ingeniería. Hanoi: Vietnam). Recuperado de

<https://pdfs.semanticscholar.org/0399/d3d3671fb00113eec95b70e4bfcea336aa40.pdf> [Consulta: 5 de mayo de 2020].

Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*. Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf> [Consulta: 28 de marzo de 2020].

Vidal, F. (2016). *Medición y comparación de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de Huánuco: mediante Smartphone y un método tradicional*. (Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6623> [Consulta: 3 de abril de 2020].

