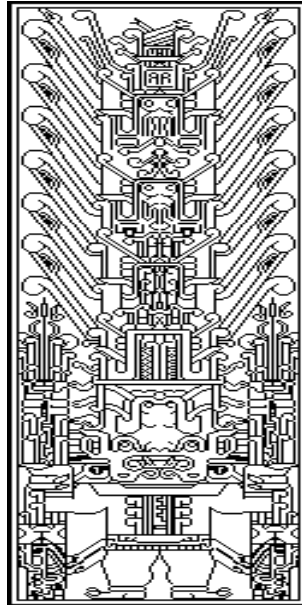


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**



TESIS

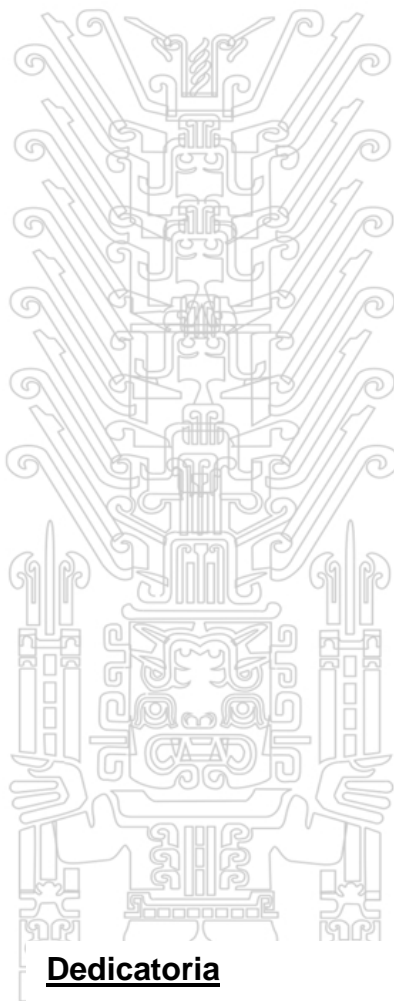
**EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LAS
VÍAS QUE CONFORMAN EL DAMERO DE PIZARRO,
MEDIANTE EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS**

**PRESENTADO POR:
ÁVILA LLACSAHUANGA LUÍS ALBERTO**

**Para optar el Grado Académico de:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE TRANSPORTES**

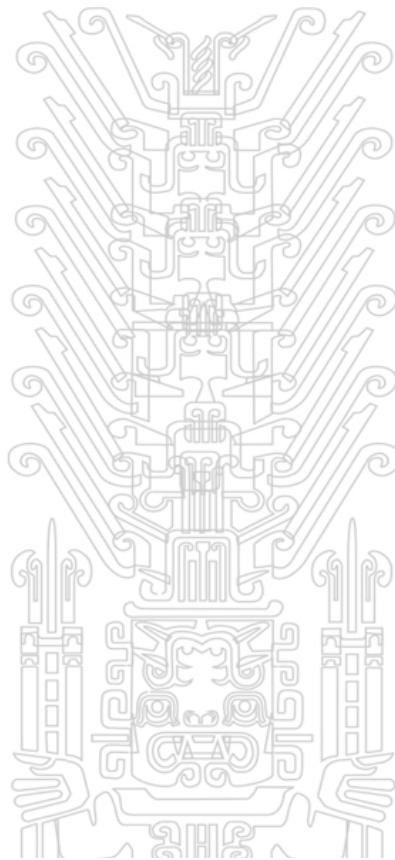
Lima - Perú

2018



Dedicatoria

A mis padres, porque su alegría, alimenta mi alma



Agradecimiento

A la vida, por su indulgencia y obstinación de ofrecerme oportunidades, pese a mi constante insubordinación

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general, determinar el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el *Damero de Pizarro*.

Se empleó la metodología PCI (*PavementConditionIndex*) y la metodología PMS (*Pavement Management System*), para establecer el estado de conservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el *Damero de Pizarro*.

La investigación, permitió encontrar 1.584 fallas en la superficie de rodadura de las vías que conforman el *Damero de Pizarro* y establecer que, el 60,73 % son causadas por actividades antropogénicas. De igual forma, se determinó que se requiere un sobrecosto del 73,1 % para reparar las vías que fueron dañadas por trabajos vinculados a empresas de servicios y no por causas de desgaste natural.

Palabras Claves: Superficie de rodadura, vías de transporte, pavimento, Índice de Condición de Pavimentos (PCI), Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP).

ABSTRACT

The present investigation had as general objective, to determine the state of conservation that the rolling surface of the tracks that make up the *Damero de Pizarro*.

The Pavement Condition Index (PMS) methodology and the Pavement Management System (PMS) methodology were used to establish the state of conservation of the rolling surface of the tracks that make up the *Damero de Pizarro*.

The investigation allowed to find 1.584 faults in the rolling surface of the tracks that make up the *Damero de Pizarro*, and of this, 60,73% is caused by anthropogenic activities. Similarly, it was established that a surcharge of 73,1% is required to repair roads that have been damaged by the system of nets, and not because of natural wear and tear.

Key words: Rolling surface, conveyor tracks, pavement, Pavement Condition Index (PCI), Pavement Management System (PMS).

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE	6
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	21
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.2.1. Problema principal	23
1.2.2. Problemas secundarios	23
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.3.1. Delimitación espacial	24
1.3.2. Delimitación temporal	24
1.4. OBJETIVOS	24
1.4.1. Objetivo general.....	24
1.4.2. Objetivos específicos	24
1.5. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.5.1. Justificación de la Investigación	25
1.5.1.1. Teórica.....	25
1.5.1.2. Práctica.....	25
1.5.2. Importancia de la Investigación.....	26
1.5.2.1. Aporte económico	26
1.5.2.2. Aporte social	26
1.5.2.3. Aporte político	26

1.5.3.	Limitaciones de la Investigación.....	27
1.5.3.1.	Inexistencia de un catastro previo	27
1.5.3.2.	Dificultad en el levantamiento de la información debido al tráfico vehicular.....	27
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		29
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.1.1.	Desde cuando se conoce el problema	29
2.1.2.	Investigaciones anteriores relacionadas	31
2.1.2.1.	Investigaciones internacionales.....	31
1.	Costos de los pavimentos.....	32
2.	Evaluación de estructuras de pavimento flexible.	32
3.	Falla prematura de carpeta asfáltica.....	34
4.	Tránsito medio diario anual.....	35
2.1.2.2.	Investigaciones nacionales.	35
5.	Fisuras longitudinales y transversales	36
6.	Resistencia del pavimento	36
7.	Fallas en pavimentos urbanos.....	37
8.	Rehabilitación de pavimentos.....	38
2.1.3.	Damero de Pizarro.....	39
2.1.3.1.	Damero de Pizarro de antaño	39
2.1.3.2.	Damero de Pizarro actual.....	41
2.1.3.3.	Ubicación del Damero de Pizarro	43
2.1.3.4.	Análisis de la problemática en el Damero de Pizarro	

2.2.	PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	44
2.2.1.	Superficies de rodadura	44
2.2.1.1.	Definición de superficie de rodadura	45
2.2.1.2.	Mantenimiento	45
2.2.2.	Pavimento.....	45
2.2.2.1.	Definición	45
2.2.2.2.	Capa de rodadura	46
2.2.2.3.	Base.....	46
2.2.2.4.	Sub-base.....	46
2.2.2.5.	Tipos de pavimento.....	47
2.2.2.6.	Puntos críticos en los pavimentos	47
2.2.3.	Pavimento flexible.....	47
2.2.3.1.	Definición de pavimento flexible	47
2.2.3.2.	Daños en pavimentos flexibles.....	48
2.2.3.3.	Ventajas y desventajas del uso de pavimentos flexibles.....	52
2.2.3.4.	Ventajas de los pavimentos flexibles.....	¡Error!
	Marcador no definido.	
2.2.3.5.	Desventajas de los pavimentos flexibles	53
2.2.4.	Pavimento semirrígido	54
2.2.4.1.	Definición de pavimento semirrígido.....	54
2.2.4.2.	Ventajas y desventajas de los pavimentos semirrígidos	54
2.2.4.3.	Ventajas de los pavimentos semirrígidos	54
2.2.4.4.	Desventajas de los pavimentos semirrígidos.....	55

2.2.5.	Pavimento rígido	55
2.2.5.2.	Definición de pavimento rígido	55
2.2.5.3.	Daños en pavimentos rígidos	56
2.2.5.4.	Ventajas y desventajas de los pavimentos rígidos	58
2.2.5.5.	Ventajas de los pavimentos rígidos	58
2.2.5.6.	Desventajas de los pavimentos rígidos	60
2.2.6.	Sistema de redes en áreas de uso público	60
2.2.6.1.	Red de abastecimiento y saneamiento	61
2.2.6.2.	Red de telecomunicaciones	62
2.2.6.3.	Red de electricidad	64
2.2.6.4.	Red de gas natural	64
2.2.6.5.	Red de semáforos	65
2.2.7.	Obras en áreas de uso público	66
2.2.7.1.	Mantenimiento de redes	66
2.2.7.2.	Ampliación de redes	67
2.2.7.3.	Conexión domiciliaria	67
2.2.7.4.	Obras de construcción, mejora e Instalación de mobiliario o infraestructura urbana	68
2.2.7.5.	Trabajos de emergencia	68
2.2.8.	Situaciones que se presentan en las obras	68
2.2.8.1.	Plazos de ejecución de la obra	68
1.	Plazos	69
2.	Plazo en los casos de construcciones de concreto armado	69
2.2.8.2.	Rotura del pavimento y veredas	70

1.	Formas de la rotura del pavimento.....	70
2.	Corte del pavimento y veredas	70
3.	Retiro de los cascotes.....	71
2.2.8.3.	Excavación de la zanja.....	71
1.	Forma de excavación.....	71
2.	Limpieza de la zona de excavación	71
2.2.8.4.	Relleno de zanja y compactación	71
1.	Material del relleno	72
2.	Compactación del relleno	72
3.	Afirmado del relleno	73
4.	Pruebas de compactación del terreno.....	73
2.2.8.5.	Reposición del pavimento y de las veredas.....	73
1.	Materiales de reposición del pavimento y de las veredas.....	73
2.	Superficie del parche.	74
3.	Casos especiales de materiales de reposición de pavimento	74
	Especificaciones técnicas del pavimento y las veredas.....	74
4.	Pruebas de resistencia del material empleado	76
5.	Reposición de pavimentos y veredas deficiente	77
2.2.8.6.	Prohibiciones	77

	2.	Cambio de redes subterráneas por aéreas	78
	3.	Elementos adosados a fachadas	78
	4.	Elementos de seguridad	78
	5.	Ampliación de redes aéreas en áreas urbanas consolidadas.....	79
	6.	Asfalto en reposición de pavimentos.....	79
	7.	Mezcla de concreto.....	79
2.2.8.7.		Infracciones.....	79
2.2.8.8.		Sanciones	80
	1.	Aplicación de sanciones	80
	2.	Atribución para la aplicación de sanciones	81
	3.	Sanciones solidarias	81
2.2.9.		Índice de Condición de Pavimento (PCI).....	81
2.2.9.1.		Alcances	82
2.2.9.2.		Rango de calificación	83
2.2.9.3.		Significado y uso	84
2.2.9.4.		Herramientas	85
	1.	Hojas de datos	85
	2.	Odómetro manual	85
	3.	Cordel	85
	4.	Regla de medición	87
	5.	Plano de distribución.....	87
2.2.9.5.		Criterios de inspección en pavimentos flexibles	87
2.2.9.6.		Fallas, nivel de severidad y unidad de medida	88
		Piedra de cocodrilo	88

2.	Exudación	90
3.	Fisuras en bloque	91
4.	Abultamientos y hundimientos	91
5.	Corrugación	93
6.	Depresión	94
7.	Fisura de borde.....	95
8.	Fisura de reflexión de junta.....	96
9.	Desnivel de carril - berma	97
10.	Fisuras longitudinales y transversales	98
11.	Parches y parches de cortes utilitarios.....	99
12.	Agregado pulido.....	101
13.	Baches.....	101
14.	Ahuellamiento	103
15.	Desplazamiento	103
16.	Fisura parabólica o por deslizamiento.....	104
17.	Hinchamiento.....	105
18.	Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.....	106
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	108
2.4.	MARCO LEGAL	116
2.5.	HIPÓTESIS	121
2.5.1.	Hipótesis principal.....	121
2.5.2.	Hipótesis secundarias	121
2.6.	VARIABLES	122
2.6.1.	Variable principal.....	122

Tesis publicada por el autor.
No olvide citar esta tesis

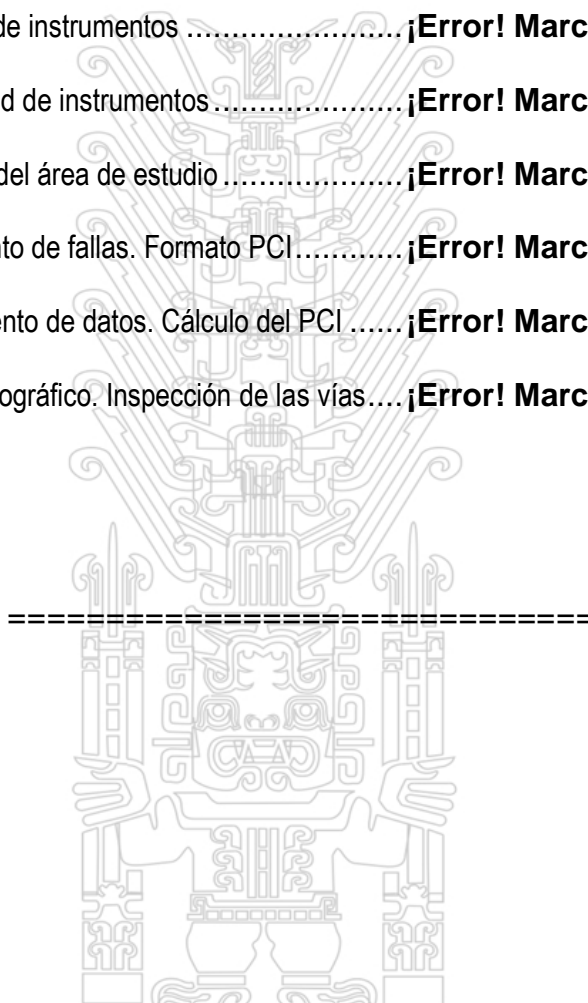
UNFV

2.6.2. Variables secundarias.....	122
CAPÍTULO III: MÉTODO	124
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	125
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	125
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	126
3.3.1. Metodología PCI	127
3.3.1.1. Generalidades.....	127
3.3.1.2. Muestreo.....	127
3.3.1.3. Procedimiento de inspección.....	132
3.3.1.4. Aplicación del método para pavimentos flexibles .	133
1. Cálculo del PCI.....	133
2. Cálculo del PCI de la sección	136
3.3.2. Metodología SGP	138
3.3.2.1. Inventario	138
3.3.2.2. Clasificación de las vías	138
3.3.2.3. Inspección de la zona en estudio	138
3.3.2.4. Clasificación del sistema vial.....	138
3.3.2.5. Costos de mantenimiento.....	140
3.3.2.6. Impacto Económico Total (IET).....	140
1. Determinación de las áreas de la zona de estudio.....	141
2. Estimación de recursos del IET.	144
3.3.2.7. Impacto Económico por Efecto de las Fallas Naturales (IEEFN).....	144

1.	Determinación de la condición PCI en las áreas de mantenimiento para el IEEFN.	145
2.	Estimación de recursos del IEEFN.....	147
3.3.2.8.	Impacto económico por efecto de las fallas antropogénicas (IEEFH).....	147
3.4.	ESTRATEGIAS DE PRUEBAS DE HIPÓTESIS.....	148
3.5.	VARIABLES	149
3.5.1.	De la hipótesis principal.....	149
3.5.2.	De la hipótesis secundaria N° 1.....	150
3.5.3.	De la hipótesis secundaria N° 2.....	150
3.6.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	150
3.6.1.	Flujo vehicular.....	150
3.6.1.1.	Consideraciones de las vías.....	150
3.6.1.2.	Composición Vehicular.....	151
3.6.1.3.	Nivel de Servicio	151
3.6.2.	Población.....	152
3.6.3.	Muestra.....	154
3.6.3.1.	Tamaño de la muestra	154
3.6.3.2.	Tipo de muestreo	155
3.6.3.3.	Selección de la muestra	156
3.6.3.4.	Técnicas del muestreo	157
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	157
3.7.1.	Técnica de la investigación	158
3.7.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	159
3.7.3.	Validación de instrumentos por juicios de expertos.....	160

3.7.4.	Técnicas de procesamiento de datos.....	161
3.7.5.	Técnicas de análisis de datos e interpretación de la información	161
3.7.6.	Operacionalización de variables	161
3.7.6.1.	De la hipótesis principal	162
3.7.6.2.	De la hipótesis secundaria N° 1	163
3.7.6.3.	De la hipótesis secundaria N° 2	164
3.7.7.	Diseño estadístico.....	165
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....		166
4.1.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL.....	166
4.1.1.	Resultados de la hipótesis principal	166
4.1.2.	Contrastación de la hipótesis principal.....	196
4.2.	CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS SECUNDARIAS	197
4.2.1.	Hipótesis secundaria N°1.....	197
4.2.1.1.	Resultados de la hipótesis secundaria N° 1	197
4.2.1.2.	Contrastación de la hipótesis secundaria N° 1	199
4.2.2.	Hipótesis secundaria N° 2.....	201
4.2.2.1.	Resultados de la hipótesis secundaria N° 2	201
4.2.2.2.	Contrastación de la hipótesis secundaria N° 2	206
4.3.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	208
4.3.1.	Estado de conservación de la superficie de rodadura	208
4.3.2.	Principal responsable del daño en la superficie de rodadura	210
4.3.3.	Impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura.	210

5.1. DISCUSIÓN	212
5.2. CONCLUSIONES.....	213
5.3. RECOMENDACIONES	215
5.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	217
Anexo 1: Matriz de consistencia	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2: Matriz de recolección de datos.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3: Validación de instrumentos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 4: Confiabilidad de instrumentos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 5: Geometría del área de estudio	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6: Relevamiento de fallas. Formato PCI.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 7: Procesamiento de datos. Cálculo del PCI	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 8: Registro fotográfico. Inspección de las vías.....	¡Error! Marcador no definido.



ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Red Vial del Damero de Pizarro	42
<i>Tabla 2:</i> Daños en pavimentos flexibles.....	49
<i>Tabla 3:</i> Daños en pavimentos rígidos.....	56
<i>Tabla 4:</i> Niveles de severidad de baches	102
<i>Tabla 5:</i> Tipo de mantenimiento según categoría del PCI.....	139
<i>Tabla 6:</i> Clasificación del sistema vial.....	140
<i>Tabla 7:</i> Costos por mantenimiento de vías.....	140
<i>Tabla 8:</i> Áreas de la zona de estudio.....	143
<i>Tabla 9:</i> Impacto Económico Total de la zona de estudio	144
<i>Tabla 10:</i> Áreas de mantenimiento en la zona de estudio.....	146
<i>Tabla 11:</i> Impacto económico por efecto de fallas naturales en la zona de estudio.....	147
<i>Tabla 12:</i> Inventario de calles del Damero de Pizarro	153
<i>Tabla 13:</i> Resumen PCI – Damero de Pizarro	195
<i>Tabla 14:</i> Resumen de fallas de la red vial del Damero de Pizarro	200
<i>Tabla 15:</i> Impacto Económico Total (IET) del Damero de Pizarro.....	203
<i>Tabla 16:</i> Impacto económico por efecto de fallas naturales del Damero de Pizarro	203
<i>Tabla 17:</i> Áreas en mantenimiento de las vías del Damero de Pizarro	205
<i>Tabla 18:</i> Estado de conservación de las vías	208

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Damero de Pizarro, 1750	41
<i>Figura 2:</i> Damero de Pizarro, 2017	42
<i>Figura 3:</i> Pavimento flexible.....	48
<i>Figura 4:</i> Daños en los pavimentos.....	52
<i>Figura 5:</i> Pavimento rígido.....	56
<i>Figura 6:</i> Grado del Índice de Condición de Pavimento	84
<i>Figura 7:</i> Hojas de registro en vías de pavimento flexible	86
<i>Figura 8:</i> Piel de cocodrilo	89
<i>Figura 9:</i> Exudación.....	90
<i>Figura 10:</i> Fisuras en bloque	91
<i>Figura 11:</i> Abultamientos y hundimientos	93
<i>Figura 12:</i> Corrugación	94
<i>Figura 13:</i> Depresión	94
<i>Figura 14:</i> Fisura de borde.....	95
<i>Figura 15:</i> Fisura de reflexión de junta.....	97
<i>Figura 16:</i> Desnivel de carril	98
<i>Figura 17:</i> Fisuras longitudinales y transversales	99
<i>Figura 18:</i> Parches y parches de cortes utilitarios.....	100
<i>Figura 19:</i> Agregado pulido.....	101
<i>Figura 20:</i> Ahuellamiento	103
<i>Figura 21:</i> Desplazamiento	104
<i>Figura 22:</i> Fisura parabólica o por deslizamiento.....	105

<i>Figura 24</i> Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados....	107
<i>Figura 25:</i> Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV)	135
<i>Figura 26:</i> Corrección de los valores deducidos	135
<i>Figura 27:</i> Red Piérola - Río	167
<i>Figura 28:</i> Red Tacna - Abancay	168
<i>Figura 29:</i> Fallas en el Jr. Rurino Torrico - Ca. Santo Domingo	171
<i>Figura 30:</i> Fallas en el Jr. Cailloma	173
<i>Figura 31:</i> Fallas en el Jr. Camaná	175
<i>Figura 32:</i> Fallas en el Jr. Carabaya - Jr. de la Unión	177
<i>Figura 33:</i> Fallas en el Jr. Lampa - Jr. Amazonas	179
<i>Figura 34:</i> Fallas en el Jr. Azángaro - Jr. Ancash	181
<i>Figura 35:</i> Fallas en el Jr. Conde de Superunda - Jr. Junín	183
<i>Figura 36:</i> Fallas en el Jr. Callao - Jr. Huallaga	185
<i>Figura 37:</i> Fallas en el Jr. Huancavelica - Jr. Miroquesada	187
<i>Figura 38:</i> Fallas en el Av. Emancipación - Jr. Cusco	189
<i>Figura 39:</i> Fallas en el Jr. Moquegua - Jr. Puno	191
<i>Figura 40:</i> Fallas en el Jr. Ocoña - Jr. Apurímac	193
<i>Figura 41:</i> Resumen PCI Calles – Dameró de Pizarro	208
<i>Figura 42:</i> Tipo de falla, según responsabilidad	210
<i>Figura 43:</i> Sobrecostos en mantenimiento	211

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector servicios ha crecido de una forma exponencial en el Perú, trayendo consigo grandes cambios en los usuarios, empresas y los componentes urbanos de las ciudades, en especial la de Lima, capital de la Nación.

En un inicio, estos cambios fueron propiciados por el Estado con el fin de modernizar el sector y permitir que se satisfaga la demanda con servicios de calidad. Posteriormente, los cambios se orientaron a sentar las bases para la existencia de un mercado competitivo que sea atractivo para los inversionistas y que a la vez beneficie a los usuarios permitiéndoles el acceso a un mayor número de servicios a menores tarifas. Bajo este contexto, han ingresado al mercado empresas, que, al competir entre sí, han hecho posible que los ciudadanos puedan acceder a una mayor variedad de servicios a costos cada vez menores.

No obstante, no se han realizado los ajustes necesarios a las reglas de juego que permitían la expansión, ahora desmesurada, siendo los grandes perjudicados las vías de transporte de la ciudad, aquellas por donde diariamente nos dirigimos a desarrollar nuestras actividades habituales y los usuarios del servicio de transporte, quienes día a día no nos queda más que soportar la rudeza de las calles y ser testigos de cómo estas son destruidas sin que a la fecha se haga algo por protegerlas.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Según estudios de la Asociación de Víctimas de Accidentes de Tránsito - AVIACTRAN (2016), el diseño inadecuado de pavimentos, las malas prácticas en procesos constructivos, las redes de desagüe desgastadas por el tiempo, así como el uso intensivo de la red vial son algunas de las principales causas de la aparición de huecos y aberturas de diferentes tamaños en las autopistas de todo el país. Además, que por cada kilómetro de recorrido existan 8 baches en Lima.

En Lima Metropolitana existen en la actualidad, antiguas redes de desagüe hechas de concreto. Con el tiempo, estas redes colapsan generando vacíos en el subsuelo, lo que ocasiona agrietamientos en la capa asfáltica. Si a esto

su mantenimiento inadecuado, tenemos la causa principal de los huecos en las pistas (Mendoza, 2016).

Se han detectado más de 500 rajaduras en los túneles del bypass de 28 de Julio y pareciera que seguirán apareciendo otras, según comprobó Cuarto Poder. El Ingeniero Néstor Huamán, máster en ingeniería vial, advirtió de la existencia de rajaduras en el pavimento que podría terminar hundido en las próximas semanas por efectos de la humedad (Nelson, 2017).

El mal estado de las pistas influye también en las demoras del desplazamiento, produciendo congestión vehicular, además de ocasionar accidentes de tránsito.

La superficie de rodadura de las vías emplazadas en el Damerao de Pizarro, evidencian un deterioro que tiene síntomas de ser producido por efectos antropogénicos y no por causas naturales de desgaste o intemperismo, trayendo como consecuencia un incremento en los costos de operación vehicular, impacto visual negativo en el turismo y una mayor inversión en labores de preservación por parte de la Municipalidad Metropolitana de Lima, encargada de la conservación de las vías del Sistema Vial Metropolitano.

Por lo expuesto, y si bien la presente investigación se enmarca en el Damerao de Pizarro, es necesario resaltar que el problema se hace extensivo a toda la infraestructura vial de la ciudad de Lima, por lo que, futuras investigaciones

pueden abarcar otras localidades, o porque no, la totalidad del Sistema Vial Metropolitano.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presente investigación responderá a las siguientes preguntas:

1.2.1. Problema principal

La presente investigación se inició con la siguiente pregunta general:

¿En qué estado de conservación se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro?

1.2.2. Problemas secundarios

Asimismo, se plantearon las siguientes preguntas asociadas:

¿Quién es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro?

¿Cuál es el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Delimitación espacial

La presente investigación se desarrolló en el Centro Histórico de la ciudad de Lima, provincia de Lima, e involucra a la superficie de rodadura de las vías emplazadas dentro del denominado Damero de Pizarro, vale decir, las vías limitadas por la Av. Tacna, Av. Abancay, Av. Nicolás de Piérola y el Río Rímac.

1.3.2. Delimitación temporal

El período de estudio se realizó en los meses comprendidos del año 2016.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

1.4.2. Objetivos específicos

Asimismo, los objetivos específicos fueron:

Establecer quién es el principal responsable del daño en la superficie de

Calcular el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público.

1.5. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Justificación de la Investigación

A continuación, se enumera las razones por las cuales se desarrolló la presente investigación:

1.5.1.1. Teórica

La presente investigación permitirá evaluar la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

1.5.1.2. Práctica

La presente investigación permitirá identificar al principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

1.5.2. Importancia de la Investigación

A continuación, se enumera las razones de importancia, por las cuales se desarrolló la presente investigación:

1.5.2.1. Aporte económico

Tener una infraestructura vial en buen estado, incentiva la inversión, disminuye el costo de operación del transporte, tanto público como privado, y permite aprovechar, en un elevado porcentaje su infraestructura.

1.5.2.2. Aporte social

Vías en buen estado de conservación, generan que los conductores y choferes las empleen con un mejor ánimo y que usen menos la bocina, esto hace que ellos y transeúntes que emplean esas vías, mejoren su calidad de vida.

1.5.2.3. Aporte político

Vías en buen estado de conservación, permite la disminución del “cargamontón” político a la autoridad metropolitana. Al minimizar el impacto negativo que el deterioro produce, permitirá ahorros en inversión en mantenimiento de vías y, consecuentemente, que este ahorro pueda ser

empleado en otras actividades, como, seguridad, educación, cultura, entre otras.

1.5.3. Limitaciones de la Investigación

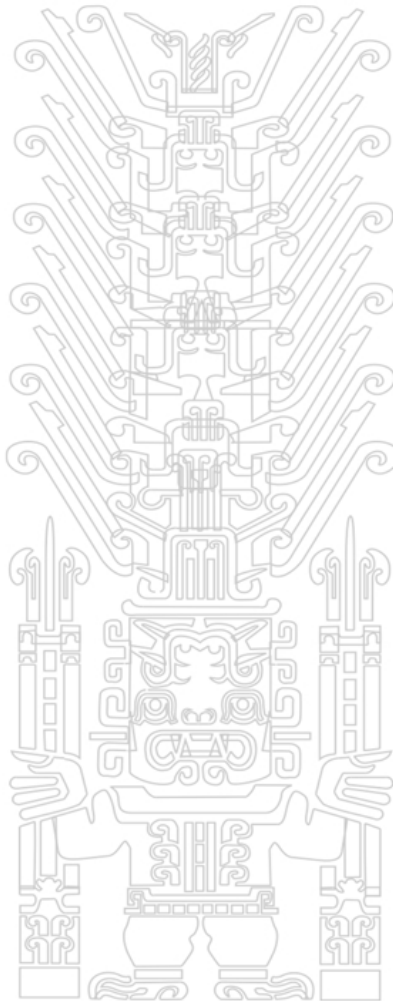
En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

1.5.3.1. Inexistencia de un catastro previo

A la fecha del desarrollo de la investigación, no existía un catastro del estado de conservación de las vías del Damero de Pizarro, esta situación fue un pie forzado para efectuar un trabajo más tedioso, porque se tuvo que realizar previamente el catastro.

1.5.3.2. Dificultad en el levantamiento de la información debido al tráfico vehicular

El levantamiento de la información “en campo”, requería que las labores se realicen durante las horas de luz solar, lo cual se veía dificultado por el tráfico vehicular permanente y constante en todo el Damero de Pizarro; esto se resolvió empleando fines de semana y solicitando el apoyo a la Policía de Tránsito.





CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Desde cuando se conoce el problema

Los grandes sistemas de vías de nuestra civilización tienen su origen en periodos anteriores a los recordados por la historia. Aún antes de la invención de la rueda que se supone ocurrió hace 10.000 años, hubo desplazamientos individuales y colectivos de personas de un lugar a otro; los primeros movimientos se hicieron a pie, luego se utilizaron los lomos de animales y después aparecieron los vehículos de ruedas (Farinango, 2014).

Varias civilizaciones antiguas alcanzaron un alto nivel técnico en la construcción de vías de comunicación. Las calles de la ciudad de Babilonia

fueron pavimentadas 2.000 años A.C. Se recuerda también de grandes caminos construidos por los egipcios 3000 años A.C. (Pontón, 2010).

Los mayores alcances en los sistemas de carreteras fueron logrados por los romanos 220 años A.C., cuando el Imperio Romano estaba en su apogeo una gran red de caminos militares cubrían todo el Imperio; muchos de estos caminos fueron hechos de piedra, entre sus características se tiene un espesor de 90 a 120 cm compuestos por tres capas de piedras argamasadas cada vez más finas, con una capa de bloques de piedra encajadas en la parte superior (Sánchez, 2009).

En el siglo XVIII, Tresaguet, un ingeniero francés propone utilizar piedra machacada como base, cubierta de piedras más pequeñas para la construcción de caminos. Al mismo tiempo en Inglaterra dos ingenieros ingleses, Thomas Telford y John Mc'Adam desarrollan tipos similares de construcción, Telford sugiere el uso de piezas largas de piedra para formar la base, con piedras más pequeñas para la capa de rodadura. Mc'Adam propone el uso del polvo fino de piedra; este tipo de construcción es todavía usado y ha sido el precursor de varios tipos de pavimentos (Farinango, 2014).

Los problemas de los deterioros en pavimentos urbanos en Lima y en especial en el Damerio de Pizarro, se han puesto en evidencia en los últimos años, por el aumento del parque automotor.

El crecimiento del parque automotor peruano experimenta un crecimiento de 100 mil nuevas unidades y cerrará un total de 2,6 millones de vehículos, según Salvatierra (Gestión, 2016).

Para el año 2017, la venta de vehículos nuevos estaría alrededor de las 180 mil unidades, cerca de 5 % más respecto al año 2016, proyectó el banco Scotiabank (Gestión, 2016).

Como un campo de guerra, así se encuentran varias pistas de Lima Metropolitana. Con huecos que parecen cráteres y que representan un verdadero peligro para los conductores, debido a que resultan ser la causa de múltiples accidentes de tránsito. Perú 21 recorrió diferentes calles y comprobó que esta preocupante realidad no solo se registra en zonas alejadas, sino también en céntricos distritos de la capital. Ello demuestra el poco interés de los municipios por solucionar el grave estado de las pistas (Perú21, 2014).

2.1.2. Investigaciones anteriores relacionadas

A continuación, se presenta de forma sucinta, investigaciones similares a la presente investigación, tanto en el ámbito internacional, como en el nacional:

1. Costos de los pavimentos.

Faringo (2014), realizó un estudio de los pavimentos en Ecuador, denominada: *“Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible”*.

La referida investigación tuvo como objetivo central, realiza el análisis comparativo de costos del pavimento rígido y flexible, ubicado en el distrito metropolitano de Quito, provincia de Píchicha; la vía sirve de conexión entre las vías, Simón Bolívar y Periférico Sur Occidental.

La metodología empleada, fue la caracterización del suelo de fundación, siendo básicamente una investigación de campo a lo largo de la vía, mediante la ejecución de pozos exploratorios (calicatas), con obtención de muestras representativas en número y cantidades suficientes para su posterior análisis.

Las conclusiones indica que, el espesor de la losa de hormigón (25 cm) es mayor a la capa de rodadura (8 cm) del pavimento flexible, lo cual según el presupuesto general eleva el costo de construcción del pavimento rígido.

2. Evaluación de estructuras de pavimento flexible.

Gutiérrez. (2012), realizó una investigación relacionada al sobredimensionamiento de la capa asfáltica, denominada: “*Evaluación de estructuras de pavimento flexible usando técnicas no destructivas utilizando el deflectómetro de impacto o FWD (FallingWeightDeflectometer¹)*”.

La referida investigación tuvo como objetivo general, determinar el comportamiento de las estructuras de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D. C., en términos de su capacidad estructural, conocido como número estructural según la metodología AASHTO-93² y compararlo con metodologías de análisis de diseño de pavimentos más recientes.

La metodología empleada, fue la especificada AASHTO-93, en el análisis de campo.

Las conclusiones revelan que, las mezclas asfálticas y materiales granulares presentan valores superiores a los considerados en las Especificaciones Técnicas IDU-ET-2005³.

¹FWD: *FallingWeightDeflectometer*, (Deflectómetro de Peso Descendente), es un dispositivo de prueba usado por ingenieros civiles para evaluar las propiedades físicas del pavimento. Los datos se FWD se usan principalmente para estimar la capacidad estructural del pavimento para 1) el diseño de superposición y 2) para determinar si un pavimento está siendo sobrecargado.

²AASHTO-93: *American Association of StateHighway and TransportationOfficials* (Sociedad Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes).

³IDUET-2005, son las especificaciones técnicas de la alcaldía Mayor de Bogotá D. C., referidas a las capas granulares de base y subbase.

3. Falla prematura de carpeta asfáltica.

Catalá (2008), preocupado por los problemas de los deterioros en pavimentos urbanos en la ciudad de Santiago, los cuales se han visto agravados en forma progresiva, evaluó la carpeta asfáltica de dichos pavimentos, siendo el título de la investigación: *“Análisis de falla prematura de carpeta asfáltica construida sobre pavimento existente”*.

La referida investigación tuvo como objetivo general, el estudio del pavimento de la avenida a partir de la prospección de un tramo específico para saber por qué falló y para conocer los orígenes del deterioro de una avenida representativa de la red vial urbana de Santiago de Chile.

La metodología empleada, se realizó una investigación previa sobre el fallo, haciendo un levantamiento de los deterioros, describiendo los posibles orígenes; estos se analizaron, comparándolos con las referencias y los requisitos. El tramo analizado fue de 800 metros.

Las conclusiones revelaron que, el conjunto de factores contribuyentes a la falla del pavimento, serían atribuibles a la insuficiencia del proyecto que, por una parte, no contempló adecuadamente la heterogeneidad de las condiciones de soporte y la inestabilidad del pavimento existente para recibir el recapeo asfáltico y por otra, subestimó el factor destructivo del tráfico solicitante.

4. Tránsito medio diario anual.

Julián (2007), realizó análisis que involucran al tránsito automotor, entre ellas, el análisis de capacidad y niveles de servicio en las vías, caracterización de flujos vehiculares, necesidades de dispositivos para el control del tránsito y estudio de estacionamientos; en la investigación denominada: *“Metodología para la estimación del TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) mediante conteo de tránsito esporádicos. Aplicación en la zona central de la República Argentina”*.

La referida investigación tuvo como objetivo central, la valoración del volumen de tránsito en determinadas vías la República Argentina.

La metodología empleada, fue la TMDA (Tránsito Medio Diario Anual), la cual consistió en medirse los volúmenes pasantes por la vía en análisis durante todo el año calendario, y en los lugares en donde no fue posible emplear dicha metodología en ese lapso de tiempo, se empleó conteos esporádicos sobre la vía en análisis con series históricas de vías cercanas de similares características.

Las conclusiones refieren que el modelo empleado, permitió encontrar la TD (Tránsito diario), TCT (Tasa crecimiento tránsito), VP (Variación parque automotor) y, finalmente, la TMDA (Tránsito Medio Diario Anual).

2.1.2.2. Investigaciones nacionales.

5. Fisuras longitudinales y transversales

Humpiri (2015), realizó una investigación relacionada al tratamiento de aguas residuales, denominada: *“Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno”*.

La referida investigación tuvo como objetivo central, analizar las fallas superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles, en las vías principales de la región de Puno.

La metodología empleada, en la toma de datos a partir de la inspección visual del pavimento, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado mientras se manejaba sobre la red vial en estudio, en planillas especialmente preparadas (Booz, Allen y Hamilton, 1999).

Las conclusiones revelan que, las fallas superficiales encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son las fisuras longitudinales y transversales, seguidas de ahuellamientos, desgaste superficial y otras; estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto.

6. Resistencia del pavimento

Robles (2015), analizó la resistencia del pavimento sometidas a las cargas durante su vida útil, y su influencia de esta sobre la transitabilidad en las vías: *“Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima”*.

La referida investigación tuvo como objetivo general, determinar el Índice de Condición de Pavimento en la avenida Pedro de Osma, en las ocho primeras cuadras, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento.

La metodología fue de carácter no experimental del tipo descriptivo, y se aplicó la metodología del ASTM D6433-07⁴.

Los resultados, permitieron evaluar y determinar el grado de severidad de los diferentes tipos de fallas, con la finalidad de implementar las acciones a ejecutar en una determinada superficie de rodadura.

7. Fallas en pavimentos urbanos.

⁴ASTM D6433-07, Práctica Estándar para carreteras y parcelas de aparcamiento Condición del pavimento mediante encuestas, esta metodología permite determinar las condiciones de pavimentación de caminos y plazas de aparcamiento mediante encuestas visuales utilizando el método de Índice de Condición de Pavimento (PCI) para cuantificar la condición del pavimento.

Rodríguez (2009), realizó una investigación sobre las fallas en pavimentos urbanos flexibles: *“Cálculo del Índice de Condición de Pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla”*.

La referida investigación tuvo como objetivo central, calcular desde el punto de vista estructural, el nivel de servicio del pavimento flexible en el distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura.

La metodología empleada se desarrolló mediante el empleo del PCI (Índice de Condición de Pavimento), y permitió determinar el estado así como las características de las fallas existentes sobre la superficie vial.

Las conclusiones revelaron que todas las unidades de muestra, sin distinción de tramos, tienen una condición estructural regular, situación que se podría deber a labores de rehabilitación y mantenimiento realizadas por las autoridades correspondientes.

8. Rehabilitación de pavimentos.

Morales (2005), con el conocimiento de que los pavimentos de concreto han adquirido mayor participación en los proyectos viales, debido a su durabilidad, capacidad de reparto de cargas y calidad para el rodamiento, decidió investigar sobre estos, los cuales pueden quedar parcial o totalmente fuera de servicio

Tesis publicada como consecuencia lógica del desgaste producido por el uso y otros factores;
No olvide citar esta tesis

UNFV

en su investigación denominada: *“Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo”*.

La referida investigación tuvo como objetivo central, dar a conocer los diferentes tipos de sobrecapas de refuerzo (flexible o rígido), que se pueden aplicar sobre los pavimentos rígidos y el procedimiento de diseño de cada uno de ellas.

La metodología empleada, fue la AASHTO-93⁵, mediante la evaluación visual de campo.

Las principales conclusiones a las cuales arribó el investigador fueron: 1) El costo/m² del refuerzo representa el 68 % del costo/m² del refuerzo rígido; 2) En la estimación de costos, la resina epóxica representa el 45 % del costo/m² del refuerzo rígido, lo que indica que tiene una incidencia muy alta en el presupuesto del mismo; y 3) El refuerzo rígido al soportar mayores repeticiones de carga, tiene un período de servicio más largo en comparación con el refuerzo flexible.

2.1.3. Damero de Pizarro

2.1.3.1. Damero de Pizarro de antaño

La actual ciudad de Lima fue fundada por el español Francisco Pizarro el 18 de enero de 1535 y conserva una parte importante de los edificios de la etapa colonial, algún resto de las antiguas murallas y el trazado en damero, típico de los planeamientos urbanos coloniales españolas. La zona que quedaba dentro de las murallas, conocida localmente como el *Damero de Pizarro* o *El Cercado*, es el Centro Histórico de Lima (Martín y Nieto, 2014).

Martínez y Alfonso (2015), sostiene que es paradigmática la fundación de Lima, cuyo centro histórico es todavía conocido como el Damero de Pizarro. Se procedió de manera planificada a repartir los solares entre los pobladores, como muestra esta relación: Para fundar esta ciudad hizo primero el gobernador dibujar su planta en papel, con las medidas de las calles y las cuadras y señaló en las cartas los solares que repartía a los pobladores escribiendo el nombre de cada uno en el solar que le cabía; y teniendo atención, no al pequeño número de vecinos con que la fundaba, que no llegaban a ciento sino a la grandeza que se prometía había de llegar a tener con el tiempo.

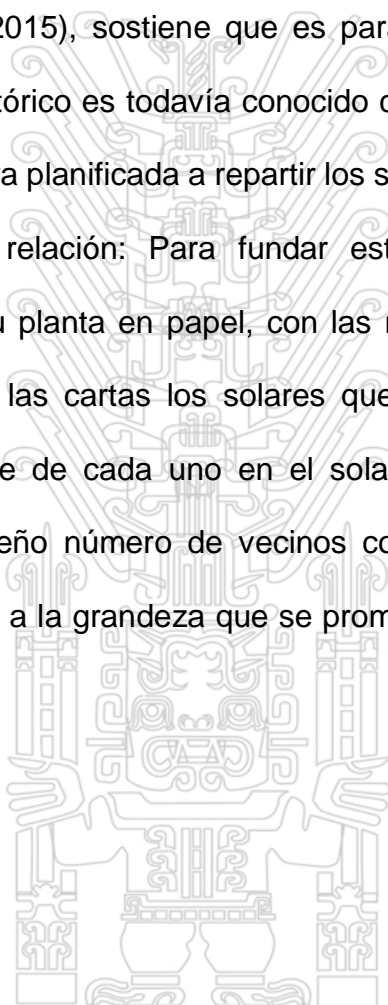




Figura 1: Damero de Pizarro, 1750

Fuente: Cortesía de Rotary Club de Lima

El croquis original fue hecho por el Arquitecto Diego de Agüero, con 09 calles largo por 13 de ancho o, 177 manzanas, que a su vez estaban divididas en 4 solares cada una.

2.1.3.2. Damero de Pizarro actual

El Damero de Pizarro, en la actualidad no ha cambiado de lugar, ni mucho menos el número de sus calles, tal como se puede apreciar en la Figura 2.

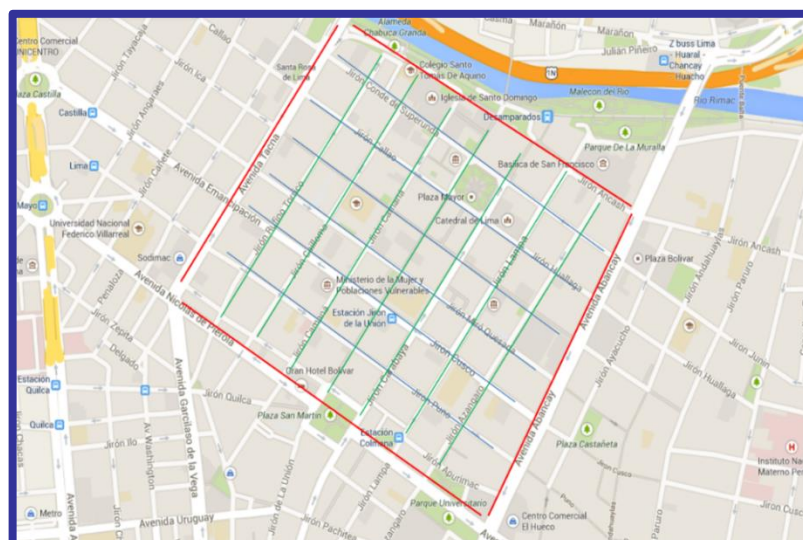


Figura 2: Dameró de Pizarro, 2017

Fuente: Cortesía de www.grisPerú.wordpress.com

La Tabla 1, muestra el nombre actual de las calles que formaron parte de la presente investigación.

Tabla 1: Red Vial del Dameró de Pizarro

N°	NOMBRE DE LAS CALLES	CUADRAS (unid)	LONG (m)
1	Jr. Rufino Torrico	7	821
2	Jr. Cailloma	7	812
3	Jr. Camaná	8	950
4	Jr. Carabaya - Jr. de la Unión	8	927
5	Jr. Lampa - Jr. Amazonas	9	1.284
6	Jr. Azángaro - Jr. Ancash	9	1.062
7	Jr. Conde de Superunda - Jr. Junín	5	982
8	Jr. Callao - Jr. Huallaga	7	976
9	Jr. Huancavelica - Jr. Miroquesada	7	1.001
10	Av. Emancipación - Jr. Cusco	9	1.296
11	Jr. Moquegua - Jr. Puno	7	1.011
12	Jr. Ocoña - Jr. Apurímac	6	904
	Total	89	12.026

2.1.3.3. Ubicación del Damero de Pizarro

El Damero de Pizarro, está ubicado geográficamente a 161 m.s.n.m., Latitud Sur 12°02'48", Longitud Oeste 77°01'56", limita por el norte con la Av. Tacna, por el sur con la Av. Abancay, por el este con el río Rímac y por el oeste con la Av. Nicolás de Piérola (OBNASEC⁶, 2016).

2.1.3.4. Análisis de la problemática en el Damero de Pizarro

La superficie de rodadura de las vías emplazadas en el Damero de Pizarro, todas de índole local, muestra evidencias un deterioro que no es característico en pavimentos desgastados de manera natural, pudiendo advertirse de manera visual la existencia de fisuras tanto transversales como longitudinalmente en las calzadas existentes, convergiendo generalmente en tapas de cámaras y/o buzones de las distintas empresas que ofrecen servicios públicos tanto de telefonía, electricidad, fibra óptica, agua, desagua, entre otras.

Asimismo, la mayoría de las intersecciones de las calles que conforman el Damero de Pizarro, denotan la presencia de zanjas que pese a los esfuerzos realizados por los contratistas a cargo de su resane, no logran mantener la característica monolítica del pavimento asfáltico, por las propiedades de este

tipo de superficie, generando como consecuencia el desprendimiento de material granular y la formación de baches que ocasionan un incremento en los costos de operación vehicular e impacto visual negativo en el Centro Histórico de la ciudad de Lima, capital de la nación.

Consecuentemente se observan cuadras, las que por cuestiones metodológicas en la presente investigación llamamos secciones, con un grado de deterioro visiblemente avanzado como la sección 2 del Jirón Cailloma, la sección 8 del Jirón Camaná, las secciones 7, 8 y 9 de la Av. Emancipación, por citar algunas, que producen que los vehículos disminuyan su marcha, o que se realicen labores artesanales de mantenimiento como un paliativo temporal.

Adicionalmente, no se encontró evidencia de la existencia de un plan de mantenimiento por parte de la Municipalidad Metropolitana de Lima, que a través del empleo de métodos de evaluación ingenieriles como el PCI, que le permita focalizar las fallas e identificar las zonas más afectadas de tal forma que se detecte el deterioro del pavimento de manera temprana y se realicen las acciones correctivas correspondientes, con lo cual se reducirían sustancialmente los costos que demandan su reparación.

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. Superficies de rodadura

2.2.1.1. Definición de superficie de rodadura

Es la capa que se coloca sobre la base de un pavimento, su objetivo principal es proteger la estructura del desgaste producido por el tránsito vehicular, además de las externalidades y el intemperismo. Asimismo, la superficie de rodadura contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), excepto el caso de riegos superficiales, ya que para estos se considera nula.

2.2.1.2. Mantenimiento

Los pavimentos con el transcurso del tiempo sufren una serie de fallas o deterioros, que al manifestarse en la superficie de rodamiento disminuyen su capacidad para proporcionar un tránsito cómodo y expedito al usuario. Estas fallas y deterioros son producidos por repetición continua de cargas, condiciones propias de la estructura del pavimento y a la acción de los agentes climáticos. (Sánchez, 2008)

2.2.2. Pavimento

2.2.2.1. Definición

El pavimento se define como una estructura de varias capas construida sobre

Tesis publicada por el autor en su nombre para resistir y distribuir esfuerzos originados por los
No olvide citar esta tesis

UNFV

vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

Por lo general está conformada por las siguientes capas (MTC⁷, 2014).

2.2.2.2. Capa de rodadura

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

2.2.2.3. Base

Es la parte principal de la estructura del pavimento, ubicada entre la superficie de rodadura y la sub base, tiene el propósito de soportar los esfuerzos ocasionados por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR \geq 80 %), o será tratada con asfalto, cal o cemento.

2.2.2.4. Sub-base

Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y

⁷MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es el órgano del Estado peruano que busca lograr un racional ordenamiento territorial vinculado a las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados, a través de la regulación, promoción, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones.

dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$), o tratada con asfalto, cal o cemento.

2.2.2.5. Tipos de pavimento

Los tipos de pavimento incluidos en el manual son los siguientes (MTC, 2014):

Pavimento flexible,

Pavimento semirrígido,

Pavimento rígido.

2.2.2.6. Puntos críticos en los pavimentos

Son puntos críticos aquellos sectores que, por razones de fallas constructivas, geológicas, geotécnicas, problemas hidrológicos o que por la geografía de la zona alteran la transitabilidad de las carreteras. También son puntos críticos aquellas zonas con alto deterioro, de riesgo inminente o probable, que representan una amenaza a la existencia de la propia infraestructura e implícitamente a la seguridad de las personas (MTC, 2013).

2.2.3. Pavimento flexible

2.2.3.1. Definición de pavimento flexible

Es una estructura de pavimento compuesta por capas granulares (sub-base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con material bituminoso como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro-pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente (MTC, 2014).



Figura 3: Pavimento flexible

2.2.3.2. Daños en pavimentos flexibles

Los daños de los pavimentos flexibles son indicadores básicos para el diagnóstico de la condición de los mismos. Se presentan en forma de Catálogo y provienen del método “VIZIR” desarrollado en Francia a partir de los años 60 y actualmente es utilizado en varios países del mundo. Dicho Catálogo tiene por objeto la clasificación y cuantificación de los daños de pavimentos flexibles, y define tres niveles de gravedad o severidad para cada tipo de daño.

estructurales y daños superficiales. Los de la primera categoría se asocian generalmente con obras de rehabilitación de costo alto, mientras que los de la segunda categoría se relacionan generalmente con obras de mantenimiento periódico como carpetas delgadas de concreto asfáltico, entre otros. (MTC, 2013)

El presente trabajo de investigación involucra a las calles del Damero de Pizarro compuestas esencialmente por pavimento flexible, en consecuencia, se procederá a describir los daños de los pavimentos flexibles descritos en el Manual de Inventarios viales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, donde se establece que los daños de los pavimentos flexibles son indicadores básicos para el diagnóstico de la condición de los mismos.

Los daños en calzadas pueden clasificarse en dos grandes categorías: daños estructurales y daños superficiales.

La Tabla 2 presenta la lista de daños y los criterios de calificación considerados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Tabla 2: Daños en pavimentos flexibles

Clasificación de los daños	Código de daño	DAÑOS	GRAVEDAD
Daños estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande (> 0,5) sin material suelto. 2: Malla mediana (entre 0,3 y 0,5 m), con material suelto o sin él. 3: Malla pequeña (< 0,3 m) con material suelto o sin él.
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho < 1 mm). 2: Fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm). 3: Fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm).
	3	Deformación por deficiencia estructural	1: Profundidad sensible al usuario < 1 cm. 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm. 3: Profundidad ≥ 4 cm.
	4	Ahuellamiento visco-elástico	1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm. 2: Profundidad > 1 cm.
	5	Reparaciones o bacheo	1: Reparación o bacheo para daños superficiales. 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado. 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.
Daños superficiales	6	Desprendimiento	1: Puntual sin aparición de la base granular. 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular. 3: Continuo con aparición de la base granular.
	7	Huecos	1: Diámetro < 0,2 m. 2: Diámetro entre 0,2 y 0,5 m. 3: Diámetro > 0,5 m.
	8	Fisuras Transversales	1: Finas (ancho < 1 mm). 2: Fisuras abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1mm). 3: Fisuras abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm).

	9	Exudación	1: Puntual. 2: Continua. 3: Continua con superficie viscosa.
Daños en Bermas	10	Daños	1: Daños puntuales. 2: Daños en menos del 30 % de la longitud. 3: Daños en más del 30 % de la longitud.
	11	Desnivel	1: Desnivel significativo pero menor que 5 cm. 2: Desnivel entre 5 y 10 cm. 3: Desnivel \geq 10 cm.

Los de la primera categoría se asocian generalmente con obras de rehabilitación de costo alto, mientras que los de la segunda categoría se relacionan generalmente con obras de mantenimiento periódico como carpetas delgadas de concreto asfáltico, tratamientos superficiales, entre otros.

La Figura 4 muestra un registro fotográfico con los daños en pavimentos, según el Manual de Inventarios viales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.





Figura 4: Daños en los pavimentos

2.2.3.3. Ventajas y desventajas del uso de pavimentos flexibles

Las ventajas y desventajas de los pavimentos flexibles son: (Miranda, 2010)

2.2.3.4. Ventajas de los pavimentos flexibles

El costo de implementación resulta siendo menor en comparación al pavimento rígido, pudiendo tener periodos de diseño superiores a una década.

2.2.3.5. Desventajas de los pavimentos flexibles

- Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante. (Miranda, 2010)
- Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está constantemente frenando y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales. (Miranda, 2010)
- Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamientos tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimientos superficiales. (Miranda, 2010)
- Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto esta húmedo y con huellas. (Miranda, 2010)
- Una vez que se han formado huellas en un pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobre-carpeta de

asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar. las huellas reaparecen ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las huellas que dejan las ruedas y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día. (Miranda, 2010)

2.2.4. Pavimento semirrígido

2.2.4.1. Definición de pavimento semirrígido

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. (MTC, 2014).

2.2.4.2. Ventajas y desventajas de los pavimentos semirrígidos

Las ventajas y desventajas de los pavimentos rígidos son: (Caycho, 2016).

2.2.4.3. Ventajas de los pavimentos semirrígidos

Excelente capacidad estructural,
Elevada vida de servicio,
Ausencia de fatiga en capas bituminosas,
Deformaciones muy reducidas en la subrasante.

2.2.4.4. Desventajas de los pavimentos semirrígidos

Sensibilidad a la fabricación o puesta en obra poco cuidadosa.
Posibilidad de aparición de fisuras (inconveniente superado con técnicas de pre-fisuración).

2.2.5. Pavimento rígido

2.2.5.1. Definición de pavimento rígido

Es una estructura compuesta específicamente por una capa de sub-base granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregado y de ser el caso aditivo. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías. (MTC, 2014):

- Pavimento de concreto simple con juntas,
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas,



Figura 5: Pavimento rígido

2.2.5.2. Daños en pavimentos rígidos

Los daños de los pavimentos rígidos son indicadores básicos para el diagnóstico de la condición de los mismos. Se presentan en forma de Catálogo y provienen de una selección, dentro de la lista exhaustiva del método *AASHTO*, basada en la identificación de los tipos de daños representativos de la Red Nacional pavimentada con concreto de cemento (MTC, 2013).

A continuación, en la Tabla III.35 se muestra la lista los daños y criterios de calificación para calzadas considerados por la metodología y la Figura III.6 los ilustra con fotografías. Asimismo, la tabla muestra los daños para bermas de pavimentos rígidos (MTC, 2013).

Tabla 3: Daños en pavimentos rígidos

Código de daño	DAÑOS	GRAVEDAD
----------------	-------	----------

1	Desnivel entre losas	1: Sensibilidad al usuario sin reducción de la velocidad. 2: Resulta en una reducción significativa de la velocidad. 3: Resulta en una reducción drástica de la velocidad.
2	Fisuras longitudinales	1: Finas (ancho < 1 mm). 2: Abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho >1 mm). 3: Abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm).
3	Fisuras transversales	1: Finas (ancho < 1 mm). 2: Abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm). 3: Abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm).
4	Fisuras de esquina	1: Solamente una esquina quebrada. 2: Dos esquinas quebradas. 3: Más que dos esquinas quebradas
5	Fisuras oblicuas	1: Finas (ancho < 1 mm). 2: Abiertas y/o ramificadas sin pérdida de material (ancho > 1 mm). 3: Abiertas y/o ramificadas con pérdida de material (ancho > 1 mm).
6	Reparaciones o bacheos	1: Puntuales (menos que el 10 % de la superficie de las losas afectadas). 2: Puntuales (entre el 10 % y el 30 % de la superficie de las losas afectadas). 3: Continuas (más que el 30 % de la superficie de las losas afectadas).
7	Despostillamiento de juntas	1: Fracturamiento o desintegración de bordes en menos que el 50 % de la longitud dentro de los 5 cm de la junta. 2: Fracturamiento o desintegración de bordes en más que el 50 % de la longitud dentro de los 5 cm de la junta. 3: Fracturamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta.
8	Desprendimiento	1: Pérdida de material en menos que el 10% de la superficie de las losas afectadas. 2: Pérdida de material entre el 10 % y 30% de la superficie de las losas afectadas. 3: Pérdida de material en más que el 30% de la superficie de las losas afectadas.
9	Huecos	1: Diámetro < 0,2 m 2: Diámetro entre 0,2 y 0,5 m 3: Diámetro > 0,5 m

10	Tratamiento superficial	1: Desprendimiento en menos que el 10 % de la superficie de las losas afectadas. 2: Desprendimiento entre el 10 % y 30 % de la superficie de las losas afectadas. 3: Desprendimiento en más que el 30% de la superficie de las losas afectadas.
11	Daños en bermas	1: Daños puntuales. 2: Daños en menos del 30 % de la longitud. 3: Daños en más del 30 % de la longitud.
12	Desnivel en bermas	1: Desnivel significativo pero menor que 5 cm 2: Desnivel entre 5 y 10 cm 3: Desnivel ≥ 10 cm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Elaboración: Propia.

2.2.5.3. Ventajas y desventajas de los pavimentos rígidos

Las ventajas y desventajas de los pavimentos rígidos son: (Miranda,2010)

2.2.5.4. Ventajas de los pavimentos rígidos

- El hormigón refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía. (Miranda, 2010).
- El hormigón no se ahueca nunca, por lo tanto, no hay acumulación de agua y, por ende, tampoco se produce hidroplaneo. Por otra parte, se disminuye el efecto "spray", que es el agua que despiden los vehículos que van adelante sobre el parabrisas del de atrás, impidiendo la visibilidad. (Miranda, 2010)

- Es fácil darles "rugosidad" a los pavimentos de hormigón durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia. (Miranda, 2010)
- La rigidez del hormigón favorece que la superficie de rodado mantenga la planeidad. (Miranda, 2010)
- La lisura es el factor más importante para los usuarios. Actualmente, los pavimentos de hormigón se pueden construir más suaves que los de asfalto. (Miranda, 2010)
- A diferencia del asfalto, el hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca ahuellamientos, deformaciones o lavado de áridos. (Miranda, 2010)
- La superficie dura del hormigón hace más fácil el rodado de los neumáticos. Estudios han demostrado que aumenta la eficiencia de combustible de los vehículos. (Miranda, 2010)
- El hormigón se endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el hormigón continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida. (Miranda, 2010)
- El hormigón tiene una vida promedio de 30 años. (Miranda, 2010)
- Los pavimentos de hormigón frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico. (Miranda, 2010)
- Los pavimentos de hormigón se pueden diseñar para que duren desde 10 hasta 50 años, dependiendo de las necesidades del sistema. (Miranda, 2010)
- Las técnicas de restauración de pavimentos pueden extender su vida hasta tres veces la de diseño. (Miranda, 2010)

- Los pavimentos de hormigón tienen un mayor valor a largo plazo debido a su mayor expectativa de vida con los mínimos requerimientos de mantención. (Miranda, 2010)
- La durabilidad del hormigón disminuye la necesidad de reparación y/o mantenciones anuales, en comparación con pavimentos asfálticos. (Miranda, 2010)
- Los pavimentos de hormigón se pueden construir y dar al tránsito en tiempos reducidos, incluso de hasta 12 horas. (Miranda, 2010)

2.2.5.5. Desventajas de los pavimentos rígidos

- Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible. (Miranda, 2010)
- Se deben tener cuidado en el diseño. (Miranda, 2010)

2.2.6. Sistema de redes en áreas de uso público

La redes de servicios públicos están emplazadas principalmente en zonas administrados por gobiernos locales, consecuentemente se deben establecer políticas de ordenamiento territorial a efectos de que su implementación se realicen de manera coordinada e informada, con la finalidad de que se tomen las medidas de seguridad necesaria para evitar daños o impactos negativos en las vías.

La ciudad de Lima, al igual que las grandes capitales del mundo, concentra en el país la mayor cantidad de servicios que los avances tecnológicos le brindan al ser humano, para la mejora de la calidad de vida.

Los servicios requieren para su operatividad la implementación de infraestructura, a través de la ejecución de “Obras en áreas de uso público”, o comúnmente llamadas *interferencias*, cuyas características varían dependiendo de la función que desempeñen.

Existen varios tipos de interferencias y cada una de ellas, nunca se encuentran aisladas, sino, formando un sistema de redes, estas redes son:

- Redes de abastecimiento y saneamiento.
- Redes de telecomunicaciones.
- Redes de electricidad.
- Redes de gas natural.
- Redes de semáforos.

2.2.6.1. Red de abastecimiento y saneamiento

La Empresa de Servicios (SEDAPAL S.A., Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, es la encargada de administrar la totalidad de las redes de abastecimiento y alcantarillado de la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. Esta empresa, de derecho privado e íntegramente de propiedad del Estado, está constituida como Sociedad Anónima y a cargo

del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con autonomía técnica, administrativa, económica y financiera.

Si bien el local principal donde opera esta Empresa de Servicios es “La Atarjea”, el mantenimiento y la operación de la totalidad de redes existentes de la ciudad están a cargo de cinco equipos cuyas funciones se distribuyen de la siguiente manera:

- Gerencia de Producción y Distribución Primaria,
- Gerencia de Recolección, Tratamiento y Disposición Final,
- Gerencia de Servicios Centro,
- Gerencia de Servicios Norte,
- Gerencia de Servicios Sur.

2.2.6.2. Red de telecomunicaciones

La modernización del sector de telecomunicaciones empezó con la promulgación de la Ley de Telecomunicaciones (Decreto Legislativo 702, noviembre de 1991), en virtud de la cual se creó legalmente el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) en sustitución de la Comisión Reguladora de Tarifas de Telecomunicaciones. En 1993 OSIPTEL inició sus actividades y también publicó el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones. Antes de 1994 el Perú era un país prácticamente incomunicado, con 2.9 líneas por cada 100 habitantes,

atendidos solo por dos operadores estatales: la Compañía Peruana de Teléfonos - CPT y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones - Entel Perú.

El único operador de telefonía fija local (CPT) contaba con 759.191 líneas en servicio. Los dos operadores de telefonía móvil -CPT y Tele2000- contaban con 30.000 y 22.000 líneas en servicio, respectivamente y existían subsidios cruzados.



Ante la crítica situación de cobertura, el gobierno asumió que el problema sería resuelto mediante la privatización; por ello, en 1994, puso en venta las dos compañías telefónicas existentes hasta ese entonces: la Compañía Peruana de Teléfonos (CPT) que ofrecía servicios de telefonía básica en Lima; y la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL) que brindaba los servicios de larga distancia nacional e internacional a todo el país y de telefonía local a las localidades fuera de la capital peruana.

En la actualidad existen en la ciudad de Lima muchas empresas que ejecutan proyectos de expansión de su red, que involucra el deterioro de la infraestructura vial de la ciudad, dentro de las más importantes podemos señalar a las siguientes:

- Telefónica del Perú,
- Claro Perú,
- Optical Network.

2.2.6.3. Red de electricidad

Antes de su privatización, ELECTROLIMA era la empresa de distribución más grande del Perú y la segunda mayor en términos de generación. ELECTROLIMA era responsable del 57% del consumo de los servicios públicos de electricidad del país, que comprendía a la mayor parte del departamento de Lima; esto es, Lima Metropolitana y Provincia Constitucional del Callao, así como Huacho, Huaral y Supe por el norte y Cañete por el Sur; contaba con 1 099 738 suministros.

El 12 de julio de 1994 se efectuó la subasta del 60% de las acciones de las empresas de distribución de electricidad en Lima Metropolitana: Edelnor (zona norte) y Luz del Sur (zona sur).

Edelnor fue adjudicada a Inversiones Distrilima (consorcio conformado por Endesa de España, Chilectra y Enersis de Chile, Cosapi y varias empresas peruanas vinculadas al Grupo Crédito), por US\$ 176,49 millones. Por su parte, Luz del Sur fue adjudicada a Ontario Quinta AVV (Notario Hydro de Canadá y Chilquinta Internacional de Chile), por US\$ 212,1 millones. La venta de acciones a los trabajadores de Edelnor y Luz del Sur se realizó en 1995 y 1996 respectivamente.

2.2.6.4. Red de gas natural

El Gas natural es un servicio relativamente nuevo en la ciudad, este es proveído por la empresa Calidda y aunque reencuentra presente en muy pocas vías su plan de expansión es bastante ambicioso para estos últimos años.

2.2.6.5. Red de semáforos

La Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades, en el Artículo 81.- Tránsito, vialidad y transporte público; establece que las municipalidades, en materia de tránsito, vialidad y transporte público, ejercen las siguientes funciones:

Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:

Normar, regular y planificar el transporte terrestre, fluvial y lacustre a nivel provincial.

Normar y regular el servicio público de transporte terrestre urbano e interurbano de su jurisdicción, de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales sobre la materia.

Normar, regular, organizar y mantener los sistemas de señalización y semáforos y regular el tránsito urbano de peatones y vehículos.

Normar y regular el transporte público y otorgar las correspondientes licencias o concesiones de rutas para el transporte de pasajeros, así como regular el transporte de carga e identificar las vías y rutas establecidas para tal objeto.

Consecuentemente, y de manera periódica, se desarrollan trabajos de instalación, mejora y rehabilitación de semáforos en las distintas calles y avenidas de Lima, los cuales traen como consecuencia el deterioro de la infraestructura vial.

2.2.7. Obras en áreas de uso público

Son todas las obras en la vía pública que realizan las personas naturales o jurídicas, por contrato o por encargo de las empresas concesionarias de servicios públicos de saneamiento, telecomunicaciones, electricidad y otros, que involucran el tendido de redes aéreas o subterráneas.

Las obras en áreas de uso público son:

- Mantenimiento de redes.
- Ampliación de redes.
- Conexiones domiciliarias.
- Obras de construcción, mejora e instalación de mobiliario o infraestructura urbana.
- Trabajos de emergencia.

2.2.7.1. Mantenimiento de redes

Son los trabajos realizados por las empresas de servicio dentro de una

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

programación, que tiene por objeto mantener en buen estado las redes

UNFV

primarias y secundarias, así como las conexiones domiciliarias de los servicios respectivos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203 - 1998)

2.2.7.2. Ampliación de redes

Son los trabajos de ampliación de las redes primarias, secundarias y domiciliarias con la finalidad de brindar un mayor servicio al usuario, se sub-clasifican en:

Ampliación de Redes Aéreas: Consiste en llevar vía postes la red correspondiente, ya sea para telecomunicación o energía eléctrica.

Ampliación de Redes Subterráneas: Consiste en llevar soterrada vía ductos o tuberías, la instalación correspondiente, ya sea para redes de telecomunicación, energía eléctrica, o de agua potable y desagüe.

2.2.7.3. Conexión domiciliaria

La conexión de un servicio público a un predio urbano o a un espacio público determinado, desde la red principal hasta la fachada o vereda adyacente, que incluye la instalación de un elemento de control o registro de consumo del servicio. La instalación del servicio de telecomunicaciones se considera como una ampliación de la red.

2.2.7.4. Obras de construcción, mejora e Instalación de mobiliario o infraestructura urbana

La construcción, mejora o instalación de todos los elementos urbanos que corresponden a un determinado espacio público urbano, incluyendo su infraestructura (veredas, pistas), así como el mobiliario (postes, jardineras, bancas, paraderos, anuncios, paneles) y elementos de confinamiento de áreas verdes, rampas.

2.2.7.5. Trabajos de emergencia

Es la acción adecuada a una condición dada a fin de superar riesgos o peligros a la vida o a la salud, o pérdida significativa de bienes, a efecto de su inmediata reparación o reemplazo de los medios o equipos para reponer y garantizar un servicio público. Toda empresa que ejecute trabajos de emergencia debe poner en conocimiento de la Municipalidad competente la intervención ejecutada, dentro de los tres (3) días útiles de ocurrida la emergencia, solicitando conjuntamente la autorización pertinente en vía de regularización, efectuando al efecto el pago de los derechos correspondientes.

2.2.8. Situaciones que se presentan en las obras

Son importantes para el control de los trabajos

1. Plazos

Los plazos de ejecución de obra serán previstos de acuerdo con la característica de la misma, debiendo ajustarse al mínimo posible, evitando que la reposición del pavimento se prolongue innecesariamente para no causar perjuicios al tránsito de vehículos y de peatones. Para determinar el plazo de ejecución de la obra, deberá considerarse jornadas de trabajo de dos o tres turnos por día, incluyendo domingos y feriados, a fin de reducir al mínimo el perjuicio al libre tránsito de peatones o vehículos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203 - 1998)

Las obras que por su dimensión requieran de un período de ejecución mayor a cuatro (4) días, deberán programarse y ejecutarse por tramos o secciones, en los que el plazo de culminación de la obra, incluyendo la reposición de pavimentos, veredas o mobiliario urbano en cada uno de ellos no será mayor de cuatro (4) días. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203-1998)

2. Plazo en los casos de construcciones de concreto armado

En los casos en que la obra requiere de construcción con concreto armado (cámaras subterráneas y otros), el plazo de reposición podrá ser ampliado de

acuerdo con las características de los trabajos, debiendo ser tratados de

Tesis publicada con autorización de la UNFV
No olvide citar esta tesis

UNFV

manera independiente a los trabajos de canalización u otros, debe indicarse en la Solicitud de Autorización los plazos requeridos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2.2.8.2. Rotura del pavimento y veredas

1. Formas de la rotura del pavimento

La rotura del pavimento debe realizarse teniendo especial cuidado en adoptar formas geométricas regulares, con ángulos rectos y evitando formar ángulos agudos. Los bordes deben ser perpendiculares a la superficie. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2. Corte del pavimento y veredas

Para el corte, se exigirá el uso de sierra - diamantina o equipo rompe - pavimento. El trabajo de corte, no debe afectar la resistencia del pavimento en buen estado. Es prohibido el empleo de comba para la rotura o corte de pavimentos. El corte en las veredas deberá efectuarse tomando paños completos siguiendo las líneas de las bruñas, debiendo tener especial cuidado de no afectar los paños adyacentes los que, en caso de quedar comprometidos en la rotura, deberán eliminarse y reponerse por completo. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

3. Retiro de los cascotes

Los cascotes provenientes de la rotura del pavimento o de las veredas, deberán ser retirados de la zona de trabajo antes de proceder a la excavación de la zanja. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2.2.8.3. Excavación de la zanja

1. Forma de excavación

La excavación debe ejecutarse a mano o con equipo mecánico y en el ancho y profundidad necesaria para efectuar la instalación que corresponda. En los casos que se necesite deberá reforzarse las paredes de la zanja para evitar que cedan. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2. Limpieza de la zona de excavación

El trabajo de excavación deberá realizarse manteniendo la mayor limpieza posible, evitando que el material de excavación se desparrame o se extienda en la parte de la calzada que debe seguir siendo usada por el tránsito de vehículos o de peatones. Una vez concluida la obra o un tramo de ésta, deberá realizarse la limpieza o eliminación del material excedente en un plazo máximo de 24 horas. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

1. Material del relleno

El relleno deberá realizarse con el material de la excavación y de préstamo, extrayéndose y eliminándose previamente todo tipo de desperdicios orgánicos e inorgánicos, así como piedras que por su tamaño impidan una adecuada compactación. Es prohibido el uso de residuos de pavimento o veredas demolidos para el relleno de la zanja. En el caso de instalación de tuberías de desagüe, se empleará una cama de arena fina seca, de diez centímetros (10 cm.), de espesor. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203-1998)

2. Compactación del relleno

El material de relleno será colocado en capas no mayores de treinta centímetros (30 cm) de espesor y humedecidos uniformemente, para luego ser compactados mediante planchas vibratorias hasta alcanzar una densidad no menor al 95% de la determinada por el método Proctor⁸. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

⁸Método Proctor, en mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor, es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada.

3. Afirmado del relleno

En la parte superior del relleno se colocará una capa de afirmado granular de veinte centímetros (20 cm) de espesor compactada al cien por cien (100%). La inspección exigirá de acuerdo al caso, la certificación respectiva (pruebas de compactación del terreno). En los ensayos de compactación de la base granular; el porcentaje de compactación debe ser igual o mayor al cien por cien (100%). (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

4. Pruebas de compactación del terreno

Obligatoriamente se debe extraer una muestra del terreno compactado a partir de los primeros diez metros (10 m) lineales de compactación por cada cincuenta metros (50 m) lineales. Si la obra excediese de los cincuenta metros (50 m) lineales, se deberá extraer una muestra para cada tramo entre cincuenta metros (50 m) lineales o menos, y muestras adicionales a exigencia de la supervisión municipal. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2.2.8.5. Reposición del pavimento y de las veredas

1. Materiales de reposición del pavimento y de las veredas

La reposición debe efectuarse con un material de las mismas características

del pavimento original, debe emplearse concreto donde la calzada sea de
Tesis publicada en el repositorio de la UNFV
No olvide citar esta tesis

UNFV

concreto y asfalto en caliente donde la calzada sea de asfalto. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2. Superficie del parche.

Deberá cuidarse que la superficie del parche quede perfectamente enrasada con la del pavimento existente, no debiendo presentar depresiones ni sobre elevaciones. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

3. Casos especiales de materiales de reposición de pavimento

En los casos donde exista algún tipo de tratamiento especial: losetas, lajas de piedra, baldosas o adoquines de piedra.; la reposición debe incluir el acabado con las mismas características que el existente. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

Especificaciones técnicas del pavimento y las veredas

Pavimento de Concreto: La losa tendrá un espesor igual al existente pero no menor de quince centímetros (15 cm). La calidad del concreto a emplearse será de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se cuidará que las caras de las juntas sean rectas y normales a la superficie de la base, con el objeto de evitar bordes delgados que puedan agrietarse o descascararse, por efecto del tránsito. Se definirá el

parche con una bruña perimetral. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

Para realizar el vaciado del concreto, se efectuará previamente la limpieza de los bordes del pavimento existente, y se procederá a humedecerlos con una lechada de cemento. El curado del concreto deberá efectuarse mediante arroceras u otro método aprobado, exigido por la Inspección. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

Pavimento de Asfalto: La reposición de la carpeta asfáltica deberá ser con el mismo material del pavimento original. En todos los casos se empleará obligatoriamente asfalto caliente en los pavimentos que son de asfalto. El espesor de la carpeta será de cinco y medio centímetros (5,5 cm), como mínimo y deberá ser colocada en la base de afirmado ya compactada, limpia y con un riego previo de imprimación de asfalto líquido RC-250 con el porcentaje de solvente requerido. Posteriormente a la reposición del pavimento, éste será sellado en toda su extensión, aplicando sello asfáltico a fin de darle mayor durabilidad. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

Calzada Mixta: Losa de concreto con superficie de rodadura de asfalto. Deberá procederse de igual manera a lo anotado en los puntos anteriores, cuidando igualmente de imprimir la base de concreto antes de colocar el asfalto. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

Veredas: El concreto utilizado en las veredas tendrá una resistencia a la compresión no menor de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, rico en pasta, y un espesor mínimo de diez centímetros (10 cm). Los paños serán perfectamente definidos por las bruñas que seguirán las líneas de la vereda existente. El mezclado del concreto a vaciar, deberá realizarse de preferencia en máquina mezcladora. De optarse por mezclado manual, deberá ser realizado obligatoriamente en recipiente. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998).

Sardineles: Deberán ser vaciados total e independientemente de la losa de la vereda, de tal modo que cuando se ejecuten reparaciones, no se comprometa al sardinel. La calidad del concreto será de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. En el caso de sardineles de piedra, deberá tenerse cuidado de conservar el material, Para un sardinel de quince centímetros (15 cm) de altura libre, su altura total será de cuarenta y cinco centímetros (45 cm) mínimo; su ancho en todo caso será de quince centímetros (15 cm) y su borde exterior redondeado con un radio mínimo de veinticinco milímetros (25 mm). En caso de existir desplome, se conservará dicho desplome en la reposición del sardinel. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

4. Pruebas de resistencia del material empleado

La inspección exigirá de acuerdo al caso, la certificación respectiva (ensayos de compresión axial en probetas estándar de concreto), y certificado de

calidad del asfalto en pavimento flexible. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

5. Reposición de pavimentos y veredas deficiente

Cuando la estructura del pavimento no haya sido reconstruida de acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones y al presente Reglamento, por detección del Inspector, o cuando las pruebas de control arrojen resultados inferiores a los fijados en la presente ordenanza, teniendo en cuenta el promedio aceptable según la reglamentación vigente. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

Cuando el acabado final no haya sido ejecutado correctamente, existiendo deficiencias o diferencias con respecto al tratamiento inicial; incluyendo deterioros como ralladuras o inscripciones posteriores a la ejecución de los trabajos, para lo cual se deben prever las seguridades del caso. No se tendrá como consideraciones atenuantes de la falta, el posible estado de deterioro inicial del pavimento intervenido. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2.2.8.6. Prohibiciones

1. Cableado aéreo

Queda prohibida la instalación del tendido de redes de cableado aéreo dentro del Centro Histórico de Lima y en las zonas o áreas de dominio público que determine mediante ordenanza cada municipalidad. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2. Cambio de redes subterráneas por aéreas

Queda prohibida la sustitución de redes de distribución subterráneas por redes de distribución aéreas en toda la jurisdicción de la Municipalidad Metropolitana de Lima. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

3. Elementos adosados a fachadas

Queda prohibida la instalación de cualquier elemento de distribución de energía eléctrica, de comunicaciones o sanitaria, adosado a la fachada de un inmueble o cruzando vías en áreas no permitidas; los cuales deberán ser canalizados en forma subterránea a través de la vía y empotrados en los paramentos de los inmuebles o a través del interior de los mismos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

4. Elementos de seguridad

Queda prohibida la instalación de cualquier elemento de seguridad eléctrica,

de comunicaciones o sanitaria, que obstaculice la libre circulación de
Tesis publicada por UNFV, No olvide citar esta tesis

UNFV

peatones o de vehículos, los cuales deberán ser canalizados en forma subterránea a través de la vía y empotrados en los paramentos de los inmuebles o a través del interior de los mismos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

5. Ampliación de redes aéreas en áreas urbanas consolidadas

Queda prohibida la ampliación de redes aéreas en áreas urbanas consolidadas, estas ampliaciones sólo se permitirán en áreas urbanas no consolidadas y con el carácter de provisionales. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

6. Asfalto en reposición de pavimentos

Queda prohibido el uso de asfalto en frío para la reposición de pavimentos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

7. Mezcla de concreto

Queda prohibido hacer uso de la vía pública para realizar mezcla de concreto. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2.2.8.7. Infracciones

La Municipalidad Metropolitana de Lima, mediante la Ordenanza N° 203 – 1998, establece las siguientes infracciones:

Ejecutar obras en la vía pública sin contar con la Autorización municipal respectiva.

No presentar en la obra la copia de la Autorización municipal respectiva.

Incumplir con las especificaciones técnicas y el proyecto aprobado.

Omitir la colocación de señales o dispositivos de seguridad o por encontrarse deficiencias en los mismos.

Prolongar el plazo de ejecución de obra sin la respectiva autorización municipal.

Dejar desmonte y material excedente.

Carecer de pruebas de compactación de terreno o de resistencia de los materiales empleados.

Reposición deficiente de las pistas, veredas y otros.

Incumplir con solicitar la Conformidad de obra.

Colocar cables y otros elementos antirreglamentarios adosados a fachadas o cruzando vías o el realizar cableado aéreo en zonas no permitidas.

2.2.8.8. Sanciones

1. Aplicación de sanciones

Las infracciones a la presente ordenanza serán sancionadas conforme al Régimen de Fiscalización y Control de las Disposiciones Municipales

mediante Ordenanza Metropolitana N° 153, publicada en el Diario Oficial el 8 de agosto de 1998. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203-1998)

2. Atribución para la aplicación de sanciones

La aplicación de sanciones por incumplimiento a lo dispuesto por la presente ordenanza por parte de los responsables de la ejecución de obra en las áreas de dominio público, es de responsabilidad de la municipalidad a cuya jurisdicción corresponda, de acuerdo con las áreas de su competencia señaladas en esta ordenanza. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

3. Sanciones solidarias

La imposición de la sanción pecuniaria por infracciones al incumplimiento de las obligaciones y prohibiciones señaladas en la presente ordenanza, se hará efectiva de manera solidaria entre la persona natural o jurídica que ejecuta directamente la obra y la persona natural o jurídica que encarga o contrata la ejecución de la obra. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203- 1998)

2.2.9. Índice de Condición de Pavimento (PCI)

El Índice de Condición de Pavimento, cuyo nombre en inglés es, *Pavement Condition Index* (PCI), está dada bajo la norma ASTM⁹ D6433.

2.2.9.1. Alcances

Esta metodología tiene el propósito de determinar la condición de pavimentos a través de inspecciones visuales en superficies pavimentadas con asfaltos, incluyendo capas porosas de alto grado de fricción (Porous Friction Courses), y con hormigón, simple o reforzado, de cemento Pórtland con juntas, usando el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) como método de cuantificación normalizado.

El PCI para pavimentos fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la US Army con fondos provistos por la US Air Force. Posteriormente fue verificado y adoptado por la FAA y la US Naval Facilities Engineering Command.

Los valores expresados en unidades de pulgada-libra deben ser considerados como el estándar. Las unidades en el Sistema Internacional (SI)¹⁰ están dadas entre paréntesis solo a fines de información.

⁹ ASTM, *American Society for Testing and Materials*, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

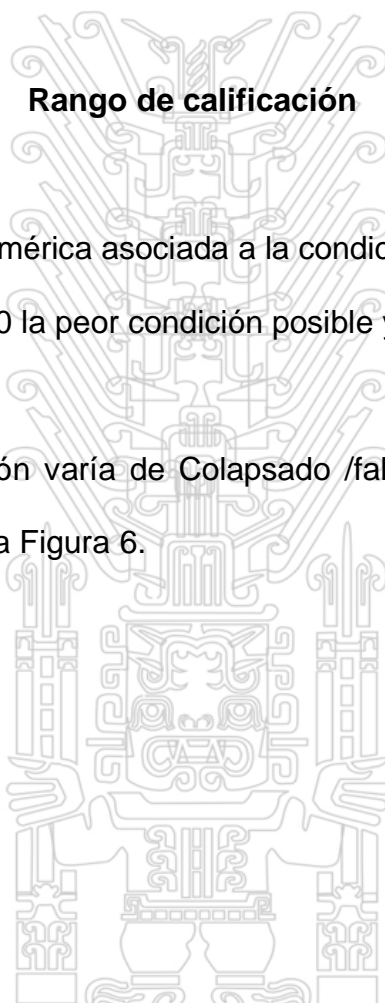
¹⁰ *Sistema Internacional de Unidades (SI)*, es el sistema de unidades que se usa en todos los países del mundo, que reemplazo al antiguo Sistema Métrico Decimal. Se instauró en 1960, en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas. En el Perú, está vigente desde 1982, por Ley N° 23560. El Perú, está suscrito desde el año 1982, aunque en la actualidad, existe mucha

Esta norma no pretende cubrir todos los aspectos de seguridad, de existir alguno, asociados con su uso. Es la responsabilidad del que utiliza esta norma el establecer medidas apropiadas de seguridad e higiene industrial, y el determinar la aplicabilidad de limitaciones normativas antes de su implementación.

2.2.9.2. Rango de calificación

Es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor.

El rango de calificación varía de Colapsado /fallado (0) a Excelente (100), como se muestra en la Figura 6.



bibliografía que se muestra renuente a emplear el SI. Sus unidades principales son: Longitud (metro: m), Masa (kilogramo: kg), Tiempo (segundo: s), Intensidad de corriente eléctrica (amperio: A), Temperatura termodinámica (kelvin: K), Cantidad de sustancia (mol: mol), Intensidad luminosa (candela: cd). Las unidades del SI no llevan “el punto” de la abreviación al momento de escribirlas.

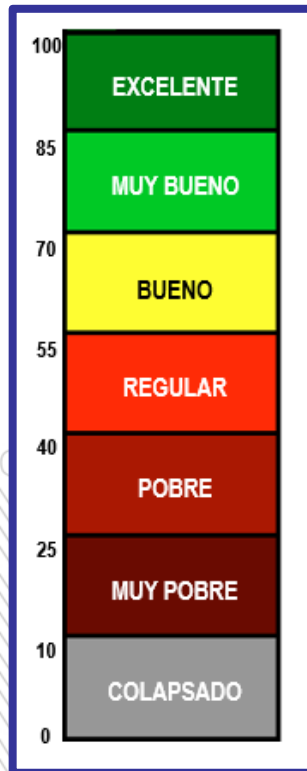


Figura 6: Grado del Índice de Condición de Pavimento

2.2.9.3. Significado y uso

El PCI es un indicador numérico que determina el estado de la superficie del pavimento. El PCI proporciona una medida de la condición actual del pavimento basado en el desgaste observado en la superficie del pavimento, lo que también indica la integridad estructural y el estado de funcionamiento de la superficie (rugosidad y seguridad localizadas).

El PCI no puede medir la capacidad estructural ni proporciona una medición directa de la resistencia al deslizamiento o de la rugosidad. Lo que hace el PCI es brindar una fotografía del estado situacional actual del pavimento con el objetivo de realizar las labores correctivas correspondientes y programarlas

2.2.9.4. Herramientas

1. Hojas de datos

También llamado formato PCI, es la ficha de almacenamiento de información en campo que permite registrar toda la data del pavimento a evaluar, dentro de la cual resaltamos la ubicación, la fecha, los números de unidades, las secciones, entre otras características requeridas por la ASTM mediante la Norma D6433.

Un ejemplo de hoja de datos para pavimentos asfálticos (AC) se muestra en la Figura 7.

2. Odómetro manual

Instrumento manual que permite obtener mediciones longitudinales más precisas. Debe de tener una lectura aproximada de 30mm.

3. Cordel

De prioridad empleado en fallas para pavimentos asfálticos, debe tener una longitud mínima de 3m.

4. Regla de medición

Empleada para medir deformaciones en los pavimentos, de preferencia de una longitud aproximada de 3 m.

5. Plano de distribución

Plano que grafique toda la red de la zona de trabajo, en el que se puedan identificar a todos los tramos del pavimento a evaluar.

2.2.9.5. Criterios de inspección en pavimentos flexibles

Para realizar el método de índice de condición de pavimentos, es necesario tener en cuenta algunos criterios y consideraciones técnicas mencionadas en la norma ASTM D6433. Rodríguez (2009), refiere los 6 siguientes criterios:

Si el agrietamiento tipo piel de cocodrilo y el ahuellamiento ocurren en la misma área, cada falla debe ser registrada por separado en su correspondiente nivel de severidad.

Si la exudación es considerada como falla, entonces el agregado pulido no será tomado en cuenta en la misma área.

El agregado pulido debe ser encontrado en cantidades considerables para que la falla sea registrada.

Si una fisura no tiene un mismo nivel de severidad en toda su longitud,

Tesis publicada en cada porción de la fisura, con diferente nivel de severidad, debe ser
No olvide citar esta tesis

UNFV

registrada en forma separada. Sin embargo, si los diferentes niveles de severidad en una porción de fisura no pueden ser fácilmente separados, dicha porción debe ser registrada con el mayor nivel de severidad presente.

Si alguna falla, incluyendo fisuras o baches, es encontrada en un área parchada, ésta no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parchado debe ser considerado para determinar el nivel de severidad de dicho parche.

Se dice que una falla está desintegrada si el área que la rodea se encuentra fragmentada (algunas veces hasta el punto de desprendimiento de fragmentos).

2.2.9.6. Fallas, nivel de severidad y unidad de medida

La Norma ASTM D6433 (2007), estandariza el nivel de severidad de las fallas encontradas en el pavimento en: Low **L** (bajo), Medium **M** (medio) y High **H** (alto), siendo estas las únicas que se deben emplear para representar el grado del daño de cada tipo de falla encontrada y su efecto en el tránsito vehicular de la zona en estudio.

En ese sentido se describirá a continuación cada una de los 18 tipos de falla que se podrían presentar en la zona en estudio, indicándose además la unidad de medida a tomar en cuenta para cuantificar su estado.

1. Piel de cocodrilo

Tesis publicada con autorización del autor

No olvide citar esta tesis. Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

UNFV

- L:** Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión. Las fisuras no están desintegradas.
- M:** Continuación del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en un patrón o red de fisuras que podrían estar ligeramente desintegradas.
- H:** El patrón o red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes. Algunas de las piezas podrían oscilar o moverse bajo tráfico.

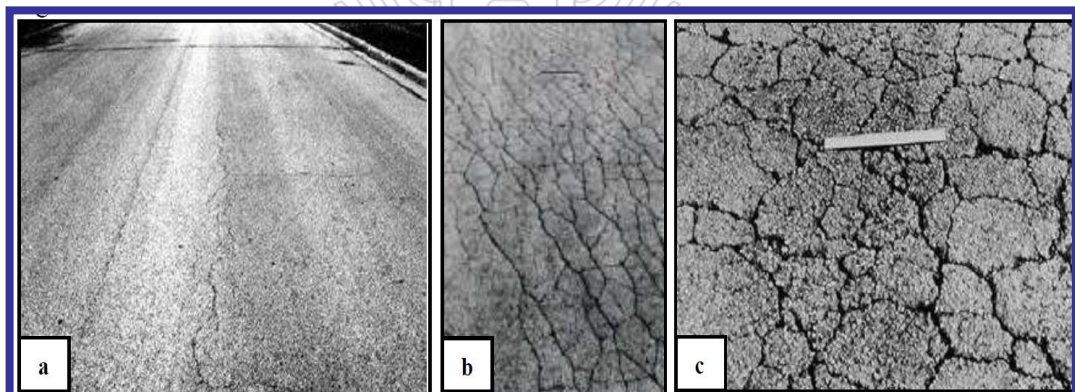


Figura 8: Piel de cocodrilo

Nivel de severidad de piel de cocodrilo: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: La piel de cocodrilo es medida en metros cuadrados. Si hay presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla éstas porciones deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente.

2. Exudación

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos.
- M:** La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año.
- H:** La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año.

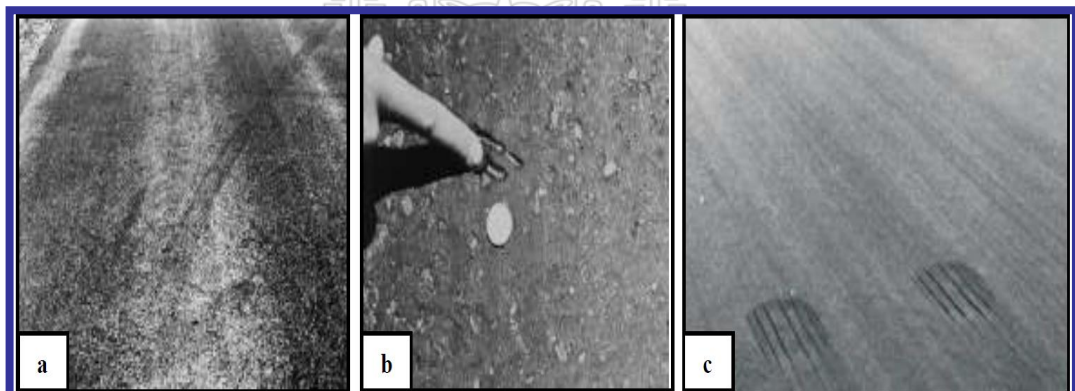


Figura 9: Exudación

Nivel de severidad de exudación: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: La exudación debe ser medida en metros cuadrados.

(Rodríguez, 2009)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNFV

3. Fisuras en bloque

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** Los bloques están definidos por fisuras de baja severidad.
- M:** Los bloques están definidos por fisuras de mediana severidad.
- H:** Los bloques están definidos por fisuras de alta severidad.



Figura 10: Fisuras en bloque

Nivel de severidad de fisuras en bloque: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Las fisuras en bloque son medidas en metros cuadrados. Esta falla generalmente ocurre en un sólo nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada. (Rodríguez, 2009)

4. Abultamientos y hundimientos

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad, es decir, que se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo al pasar sobre el área fallada, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote ligeramente, pero causa poca incomodidad.
- M:** Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, que se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo al pasar sobre la zona afectada y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. En este nivel, hacen que el vehículo rebote significativamente, creando algo de incomodidad.
- H:** Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad. Las vibraciones del vehículo son tan excesivas que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. En este nivel, hacen que el vehículo rebote excesivamente, creando mucha incomodidad, peligrando la seguridad o un alto potencial de daño severo en el vehículo.

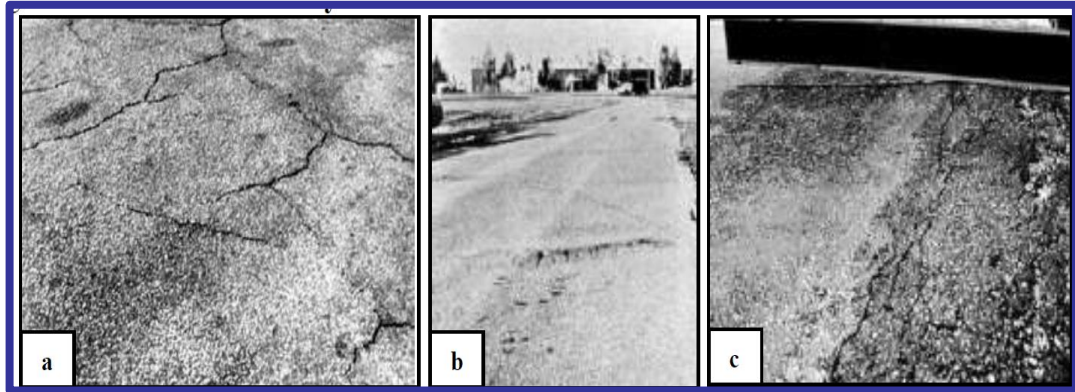


Figura 11: Abultamientos y hundimientos

Nivel de severidad de piel abultamientos y hundimientos: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales, si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada. (Rodríguez, 2009)

5. Corrugación

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** Las corrugaciones producen ciertas vibraciones dentro del vehículo de inspección, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad.
- M:** Las corrugaciones producen un tránsito de mediana severidad, es decir, vibraciones dentro del vehículo que requieren reducir la velocidad por seguridad y comodidad.
- H:** Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja, con vibraciones excesivas dentro del vehículo, que requieren reducir la velocidad considerablemente.

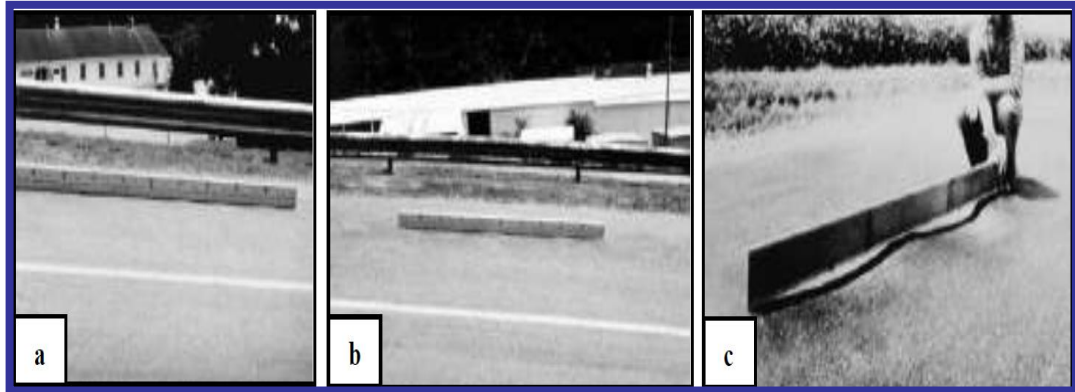


Figura 12: Corrugación

Nivel de severidad de corrugación: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: La corrugación debe ser medida en metros cuadrados.

(Rodríguez, 2009)

6. Depresión

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** La depresión tiene una altura que varía de 13 a 25 mm.
- M:** La altura deprimida tiene un rango de 25 a 50 mm.
- H:** La depresión tiene más de 50 mm.

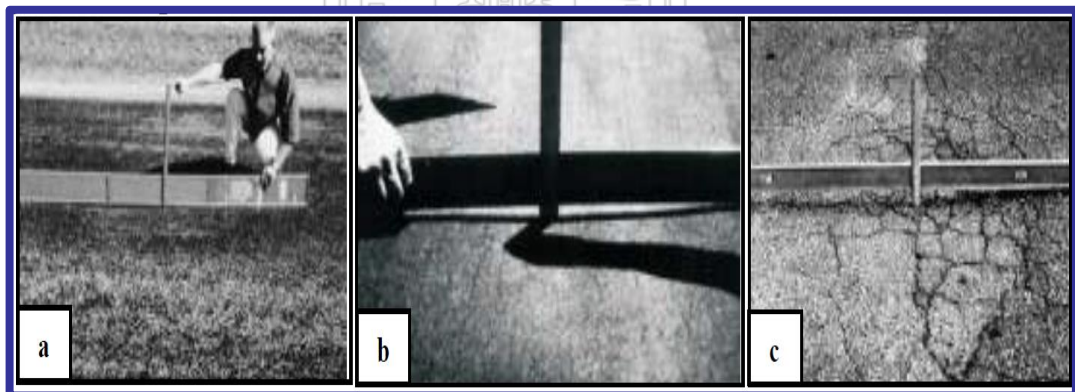


Figura 13: Depresión

Nivel de severidad de depresión: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Tesis publicada con autorización de UNFV
No olvide citar esta tesis

UNFV

Unidad de medida: Las depresiones deben ser medidas en metros cuadrados. (Rodríguez, 2009)

7. Fisura de borde

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.
- M:** Se aprecia un mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento.
- H:** Existe una desintegración considerable a lo largo del borde.

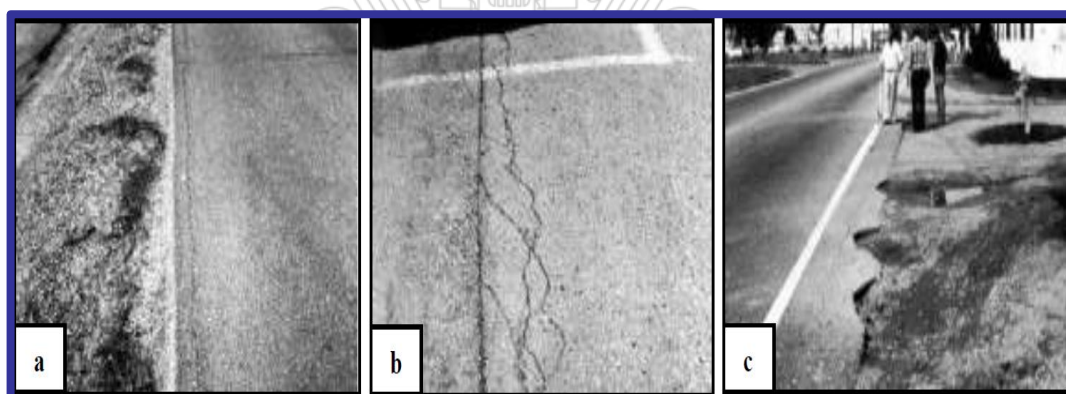


Figura 14: Fisura de borde

Nivel de severidad de fisura de borde: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida Las fisuras de borde deben ser medidas en metros lineales. (Rodríguez, 2009)

8. *Fisura de reflexión de junta*

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** Se cumple una de las siguientes condiciones:
- a) Fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm,
 - b) Fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno se encuentra en buenas condiciones).
- M:** Se cumple una de las siguientes condiciones:
- a) Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75mm,
 - b) Fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras de baja severidad,
 - c) Fisura con relleno de cualquier ancho rodeado de fisuras de baja severidad.
- H:** Se cumple una de las siguientes condiciones:
- a) Fisura con o sin relleno rodeada de fisuras de mediana o alta severidad,
 - b) Fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm,
 - c) Fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.

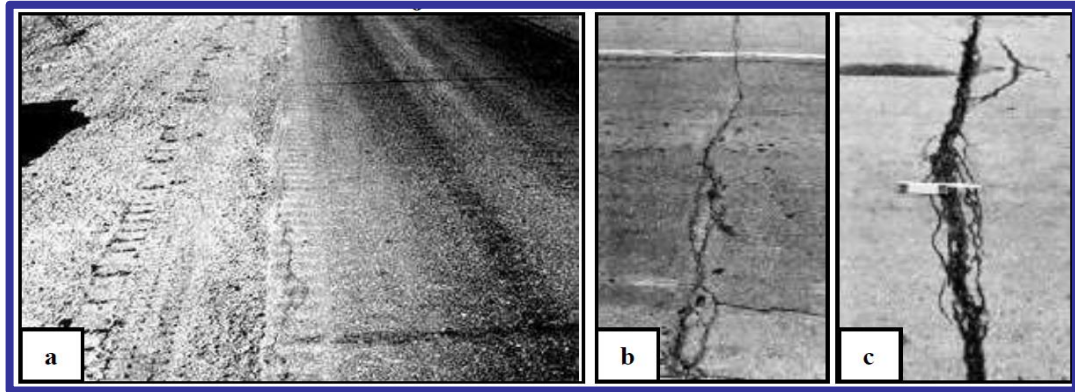


Figura 15: Fisura de reflexión de junta

Nivel de severidad de fisura de reflexión de junta: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Las fisuras de reflexión de junta son medidas en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada fisura debe ser identificada y registrada por separado. Si se presenta un abultamiento en la fisura de reflexión, éste también debe ser registrado. (Rodríguez, 2009)

9. Desnivel de carril – berma

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm y menor a 50 mm.
- M:** La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm y menor a 100 mm.
- H:** La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100 mm.

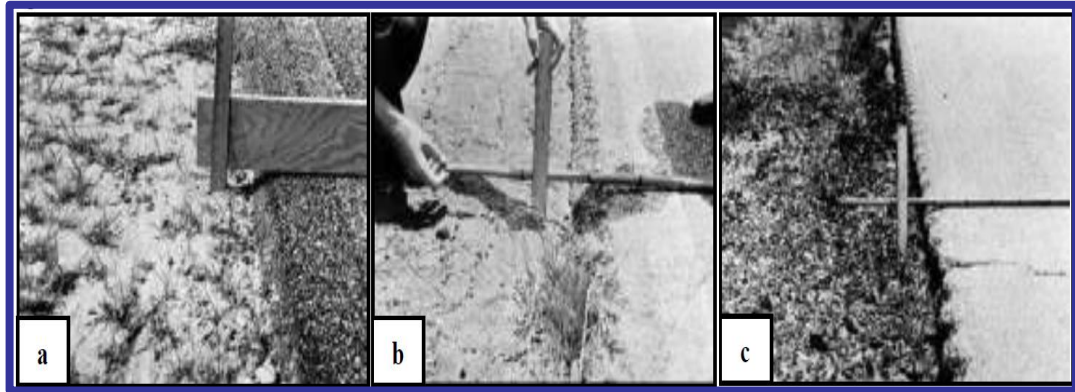


Figura 16: Desnivel de carril

Nivel de severidad desnivel carril - berma: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: El desnivel carril-berma debe ser medido en metros lineales. (Rodríguez, 2009)

10. Fisuras longitudinales y transversales

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** Se cumple una de las siguientes condiciones:
- a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm,
 - b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno está en buenas condiciones).
- M:** Se cumple una de las siguientes condiciones:
- a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm,
 - b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad,

c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeado de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria.

H: Se cumple una de las siguientes condiciones:

a) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad,

b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm,

c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado.

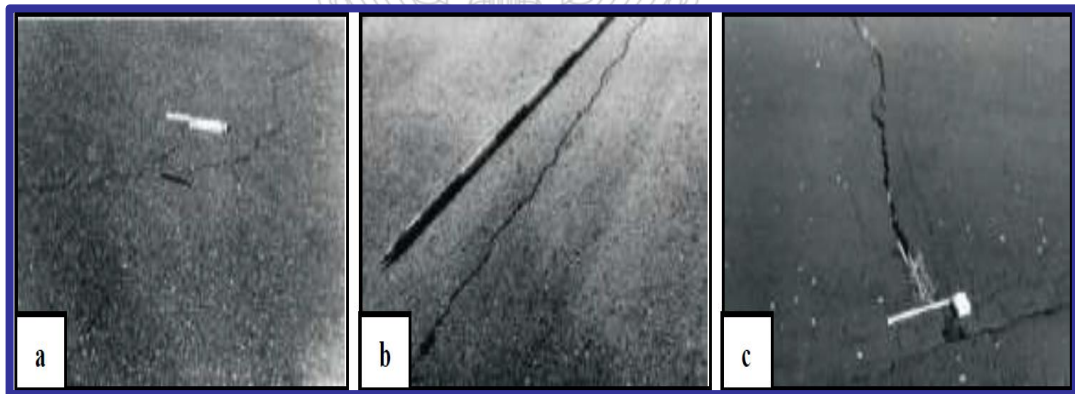


Figura 17: Fisuras longitudinales y transversales

Nivel de severidad de fisuras longitudinales y transversales: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Las fisuras longitudinales y transversales deben ser medidas en metros lineales. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado. (Rodríguez, 2009)

11. Parches y parches de cortes utilitarios

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNFV

- L:** El parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de tránsito es de baja severidad.
- M:** El parche está deteriorado en forma moderada, la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad.
- H:** El parche se encuentra muy deteriorado y la calidad de tránsito es de alta severidad.

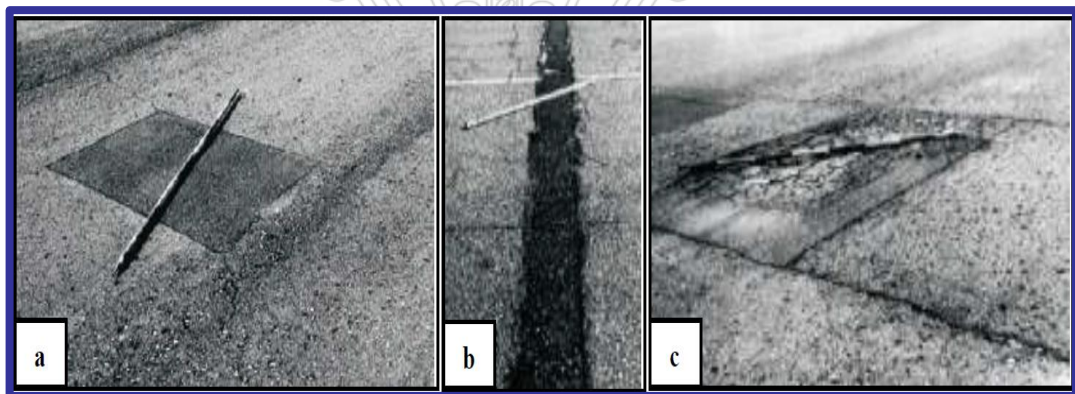


Figura 18: Parches y parches de cortes utilitarios

Nivel de severidad de parches y parches de cortes utilitarios: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Los parches son medidos en metros cuadrados. Si un mismo parche tiene áreas con diferentes niveles de severidad, éstas áreas deben ser medidas y registradas por separado. Cualquier tipo de falla encontrada en el parche no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parche será considerado para determinar su nivel de severidad. (Rodríguez, 2009)

12. Agregado pulido

No hay niveles de severidad definidos para este tipo de falla. El agregado pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto. (Rodríguez, 2009)

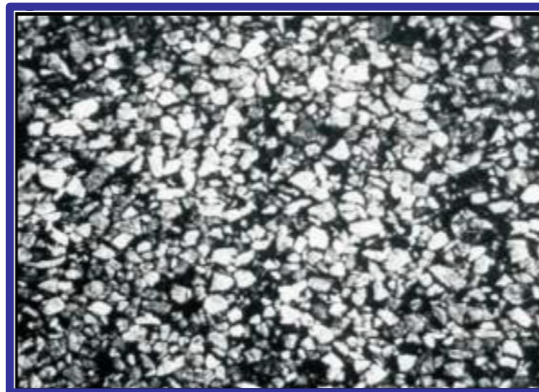


Figura 19: Agregado pulido

El agregado pulido no tiene niveles de severidad definidos

Unidad de medida: El agregado pulido es medido en metros cuadrados. Si se registra exudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado. (Rodríguez, 2009)

13. Baches

Los baches son depresiones por lo general menores de 750 mm de diámetro, tienen forma de cuenca en la superficie del pavimento y se caracterizan por sus bordes afilados y lados verticales cerca de la parte superior de la brecha. Cuando se crean huecos por la alta gravedad de la falla denominada piel de cocodrilo, deben ser identificados como baches, no como desgaste.

Niveles de severidad: la Norma ASTM D6433, establece que los niveles de gravedad de baches menores de 750 mm de diámetro, se basan tanto en el diámetro y la profundidad del bache, ver Tabla 4:

Tabla 4: Niveles de severidad de baches

Profundidad máxima del bache	Diámetro medio (mm)		
	100 a 200 mm	200 a 450 mm	450 a 750 mm
13 a 25 mm	L	L	M
25 a 50 mm	L	M	H
> 50 mm	M	M	H

Adicionalmente se debe tener en cuenta que, si el bache es más de 750 mm (30 pulg.) de diámetro, el área debe ser determinada en pies cuadrados, dividiéndose entre 0,5 m² (5,5 ft²), encontrando el número equivalente de agujeros; si la profundidad es de 25 mm (1 pulg.) o menos, los agujeros se consideran de media severidad y si la profundidad es de más de 25 mm (1 pulg.), se consideran de alta severidad. (Rodríguez, 2009)

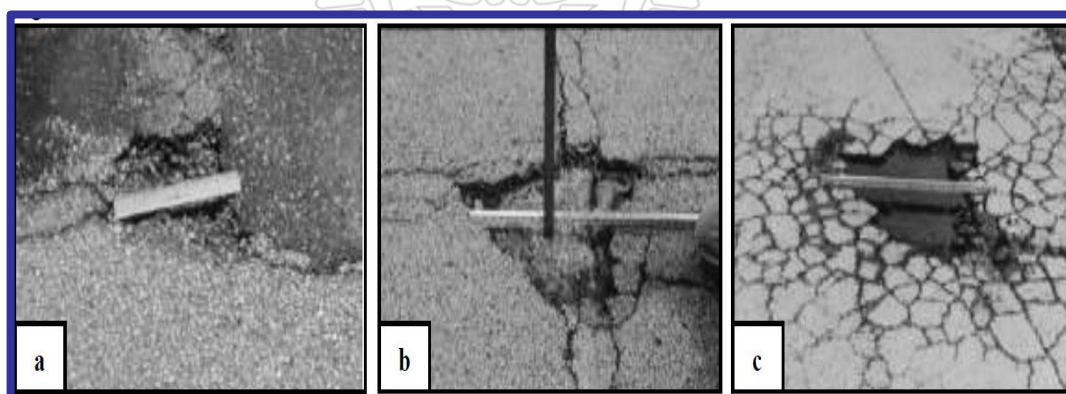


Figura 20: Baches

Nivel de severidad de baches: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Los baches se miden por separado, contando la cantidad de baches de baja, media y alta intensidad. (Rodríguez, 2009)

14. Ahuellamiento

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** La depresión superficial, causada por las ruedas de los vehículos, varía entre 6 y 13 mm.
- M:** La depresión va entre 13 y 25 mm.
- H:** La depresión es mayor a 25 mm.

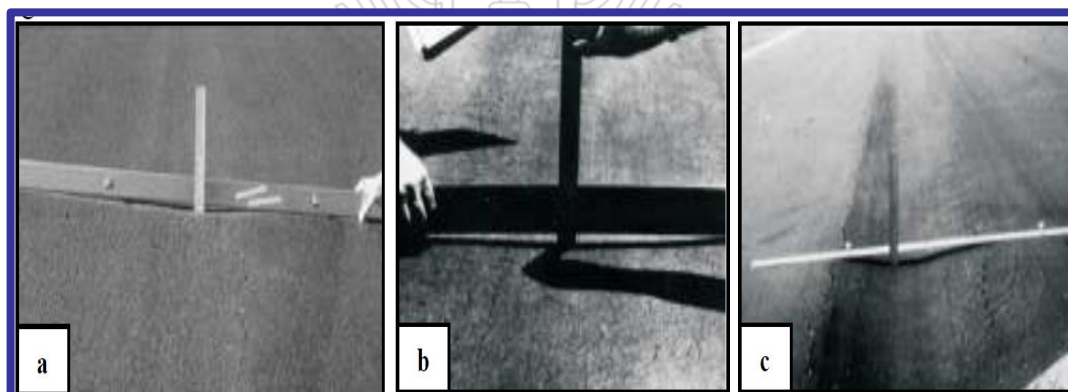


Figura 20: Ahuellamiento

Nivel de severidad de ahuellamiento: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: El ahuellamiento debe ser medido en metros cuadrados.

(Rodríguez, 2009)

15. Desplazamiento

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNFV

- L:** El desplazamiento genera un tránsito de baja severidad.
- M:** El desplazamiento genera un tránsito de mediana severidad.
- H:** El desplazamiento genera un tránsito de alta severidad.

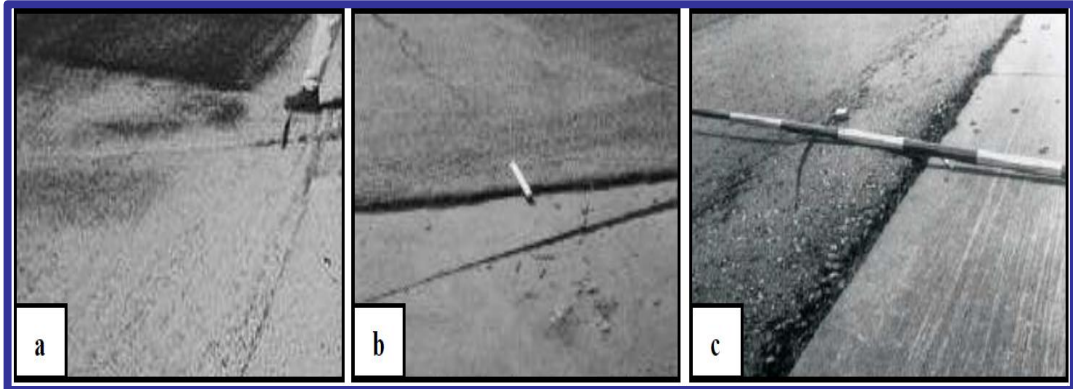


Figura 21 Desplazamiento

Nivel de severidad de piel de cocodrilo: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Los desplazamientos deben ser medidos en metros cuadrados. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos y no se toman en cuenta como fallas por separado. (Rodríguez, 2009)

16. Fisura parabólica o por deslizamiento

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

- L:** El ancho promedio de la fisura es menor a 10 mm.
- M:** Se cumple una de las siguientes condiciones:
 - a) el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40 mm;
 - b) el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de otras fisuras.

H: Se cumple una de las siguientes condiciones:

a) el ancho promedio de la fisura es > 40 mm,

b) el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas.

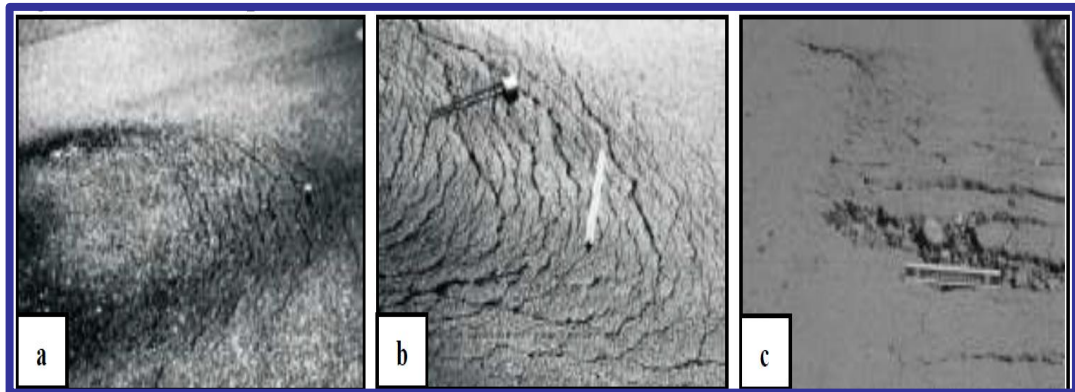


Figura 22 Fisura parabólica o por deslizamiento

Nivel de severidad de fisura parabólica o por deslizamiento: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son medidas en metros cuadrados y calificadas de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área. (Rodríguez, 2009)

17. Hinchamiento

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

L: El hinchamiento causa un tránsito de severidad baja.

M: El hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.

H: Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta.



Figura 23 Hinchamiento

Hinchamiento de alta severidad

Unidad de medida: El área de hinchamiento debe ser medida en metros cuadrados. (Rodríguez, 2009)

18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

Rodríguez (2009), refiere a los niveles L, M y H de la siguiente manera:

L: El agregado o el ligante¹¹ han comenzado a desprenderse. En algunas áreas de la pista se aprecian huecos. En el caso de derrames, las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda.

M: Se han desprendido los agregados o el ligante. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños huecos. En el caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda.

H: El desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10 mm en diámetro y menores a 13mm en profundidad; las áreas ahuecadas mayores que éstas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse.

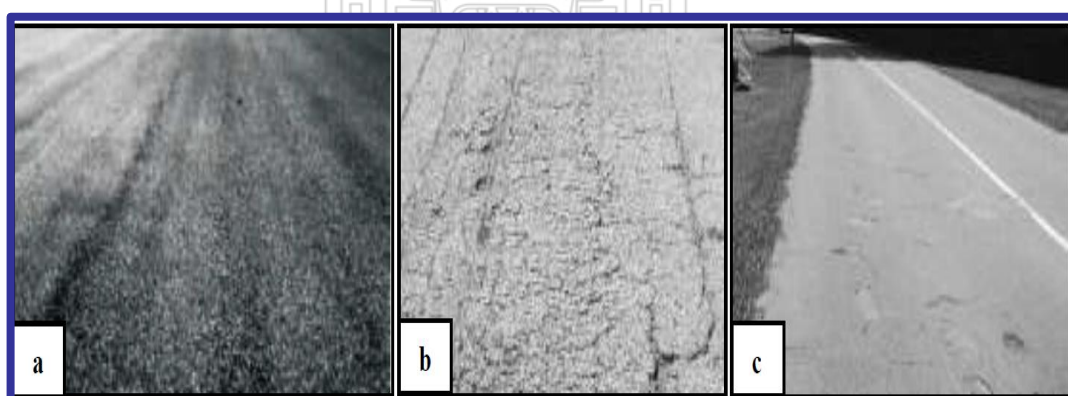


Figura 24 Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

Nivel de severidad de peladuras: (a) bajo, (b) medio, (c) alto

Unidad de medida: Las peladuras y desprendimientos deben ser medidos en

metros cuadrados. (Rodríguez, 2009)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNFV

2.3. MARCO CONCEPTUAL

La Norma ASTM D6433 (2007), tiene su propia terminología de términos:

- **Muestra adicional**

Es una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente a las seleccionadas aleatoriamente para incluir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento, estas unidades presentan condiciones extremas, muy pobres o excelentes, que no son típicas de la sección, y fallas poco comunes, como los cortes en el pavimento para instalaciones. Consecuentemente, si una unidad de muestra con fallas inusuales es seleccionada aleatoriamente debe ser contabilizada como una Muestra Adicional y otra muestra aleatoria debe ser elegida, no siendo así, si todas las muestras son inspeccionadas. (Rodríguez, 2009)

- **Superficie de Concreto Asfáltico (AC)**

Mezcla de agregados con cemento asfáltico actuando como aglomerante. Para fines de este método, este término también se refiere a superficies construidas con asfaltos derivados del carbón y asfaltos naturales.

- **Rama del pavimento**

Una Rama del pavimento es una parte identificable de la red de pavimentos que tiene una entidad singular y una función específica. Por ejemplo, cada calle, avenida, pista de rodaje y/o plataforma, son áreas separadas.

- **Índice de Condición de Pavimento (PCI)**

Es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor.

- **Clasificación de la condición del pavimento**

Es una descripción verbal de las condiciones del pavimento en función al valor del PCI, varía de Colapsado / Fallado a Excelente.

- **Fallas del pavimento.**

Son las señales de deterioro de un pavimento, que se pueden presentar por distintas causas pero que en líneas generales contribuyen a su deterioro y un perjuicio en el tránsito vehicular. Fallas típicas son las fisuras, el ahuellamiento, y peladura superficial del pavimento. Los tipos de falla y sus niveles de severidad detallados en el *Apéndice X1* (de la norma ASTM)¹² para pavimentos Asfálticos (AC) y *Apéndice X2* (de la norma ASTM)¹³ para pavimentos de hormigón (PCC), deben ser utilizados para lograr valores de PCI precisos.

- **Unidad de muestra del pavimento.**

¹² Apéndice X1, la norma contiene los niveles de severidad en pavimentos de asfalto.

¹³ Apéndice X2, la norma contiene los niveles de severidad en pavimentos de hormigón.

Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de $225 \pm 90 \text{ m}^2$, si el pavimento no es exactamente divisible entre 2.500 o para acomodar condiciones de campo específicas. (Rodríguez, 2009)

- **Sección de pavimento.**

Es un área dentro del pavimento que presenta una construcción uniforme y continua, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes. Una sección también debe tener el mismo volumen de tránsito e intensidad de carga. Por ejemplo, cada cuadra de una calle o avenida.

- **Pavimento de hormigón de cemento Pórtland.**

Se denomina así a la mezcla de agregados con cemento Pórtland usado como aglomerante e incluye a los pavimentos simples y reforzados con juntas.

- **Muestra aleatoria.**

Es una unidad de muestra de la sección de pavimento seleccionada para la inspección utilizando técnicas aleatorias de muestreo como la tabla de número aleatorio o procedimiento sistemático aleatorio. (Rodríguez, 2009)

Además, en el argot ingenieril, se emplea la siguiente terminología:

- **Agregado**

Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

- **Ampliación de Redes.**

Son los trabajos de ampliación de las redes primarias, secundarias y domiciliarias con la finalidad de brindar un mayor servicio al usuario.

- **CBR**

Valor soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. (California Bearing Ratio), por sus siglas en inglés. (Glosario del MTC - 2008).

- **Conexión Domiciliaria**

La conexión de un servicio público a un predio urbano o a un espacio público determinado, desde la red principal hasta la fachada o vereda adyacente, que incluye la instalación de un elemento de control o registro de consumo del servicio. La instalación del servicio de telecomunicaciones se considera como una ampliación de la red.

- **Damero de Pizarro**

Término coloquial de una zona urbana del Centro Histórico de Lima, que tiene como límites la Av. Tacna, la Av. Nicolás de Piérola, la Av. Abancay y el Río Rímac, y contiene en su área el Palacio de Gobierno, el Palacio Municipal, la Catedral de Lima, entre otros monumentos históricos.

- **Fisuras en Pavimento**

Aberturas alargadas, con muy poca separación entre los bordes de la superficie de rodadura y que pueden presentarse en diversos niveles de severidad, siendo las más gruesas denominadas “grietas”.

- **Niveles de Severidad**

Es el grado que presentan las fallas de un pavimento y que pueden evolucionar con el tiempo afectando de manera creciente su integridad.

- **Mantenimiento de Redes**

Son los trabajos realizados por las empresas de servicio dentro de una programación, que tiene por objeto mantener en buen estado las redes primarias y secundarias, así como las conexiones domiciliarias de los servicios respectivos. (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203 - 1998)

- **Ordenanza Municipal**

Las ordenanzas de las municipalidades provinciales y distritales, en la materia de su competencia, son las normas de carácter general de mayor jerarquía en la estructura normativa municipal, por medio de las cuales se aprueba la organización interna, la regulación, administración y supervisión de los servicios públicos y las materias en las que la municipalidad tiene competencia normativa. (Municipalidad Distrital de Santa Anita, Ordenanza N° 103 - 2012).

- **Obras en áreas de uso Público**

Trabajos realizados por las empresas concesionarias de servicios públicos, para la ejecución de obras en los espacios de dominio público bajo administración municipal (Municipalidad Metropolitana de Lima, Ordenanza N° 203 - 1998).

- **Pavimento**

Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por capas de sub-base, base y superficie de rodadura. (Glosario del MTC - 2008).

- **Pavimento Flexible**

Es aquel que está constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. (Glosario del MTC - 2008).

- **Pavimento Rígido**

Es aquel que está constituido por cemento Pórtland, como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. (Glosario del MTC - 2008).

PCI

Índice de Condición de Pavimentos (PCI), método de cuantificación normalizado que tiene el propósito de determinar la condición de pavimentos a través de inspecciones visuales en superficies pavimentadas con asfaltos, concreto simple o reforzado. (ASTM).

- **Progresiva**

Es la distancia al origen del tramo de una vía, se representa numéricamente indicando primero el número de kilómetros seguidos del signo más y posteriormente la distancia en metros.

- **Rehabilitación de Pavimento**

Es la actividad destinada a mejorar o la utilidad del pavimento, dañado por efectos externos o propios, con el objetivo de incrementar su vida útil y procurar una mejor calidad de la circulación vehicular en una zona determinada.

- **Sección de Pavimento**

Es un área dentro del pavimento que presenta una construcción uniforme y continua, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes. Una sección debe tener un mismo tipo de tránsito; Ejemplo una determinada cuadra de una calle.

- **Sistema Vial Metropolitano**

Red que define la estructura vial del Área Metropolitana de Lima - Callao, la clasificación de vías, los Intercambios Viales y/o Pasos a Desnivel y las Secciones Viales Normativas (Ordenanza de la Municipalidad Metropolitana de Lima N° 341 - 2001).

- **Superficie de Rodadura**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles. / Superficie de desgaste del tablero de un puente (Glosario del MTC - 2008).

- **Tramo del Pavimento**

Un tramo o rama del pavimento es una parte identificable de la red de pavimentos que tiene una entidad singular y una función específica. Por ejemplo, cada Calle del Dameron de Pizarro.

- **Tránsito**

Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía / Tráfico (Glosario del MTC - 2008).

- **Trabajos de Emergencia**

Trabajos que realizan las empresas concesionarias de servicios públicos, debido a la interrupción o desperfecto del servicio domiciliario o local. Debido a la naturaleza accidental de estos trabajos, no se incluyen dentro de la programación de obras que realizan las empresas concesionarias de servicios públicos.

- **Unidad de Muestra**

Es una subdivisión de una sección del pavimento de la vía que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m².

- **Vías Locales**

Son aquellas cuya función es proveer acceso a los predios o lotes adyacentes.

2.4. MARCO LEGAL

A continuación, se presenta el marco legal consultado para la presente investigación:

- **Constitución Política del Perú**

***Artículo 73.** Los bienes de dominio público son inalienables e imprescriptibles. Los bienes de uso público pueden ser concedidos a particulares conforme a ley, para su aprovechamiento económico.*

- **Decreto Legislativo 1014**

Establece medidas para propiciar la inversión en materia de servicios públicos y obras públicas de infraestructura

Artículo 1. Objeto

*Es objeto del presente Decreto Legislativo impulsar **la inversión en infraestructura para la provisión de servicios públicos esenciales para el desarrollo humano, a través de la implementación de medidas que***

eliminen sobrecostos y logren una efectiva simplificación administrativa, en beneficio de los usuarios de dichos servicios públicos.

Artículo 2. Ámbito de aplicación

Las disposiciones contenidas en el presente Decreto Legislativo son aplicables a las empresas privadas y entidades del sector público que realizan la prestación de uno o más servicios públicos esenciales, tales como:

- a) Agua potable y alcantarillado
- b) Transmisión, Distribución e instalación de Electricidad
- c) Gas Natural
- d) Telecomunicaciones.

Asimismo, establece disposiciones que obligan a las autoridades de los tres niveles de gobierno.

Artículo 3. Uso de áreas y bienes de dominio público

El uso de las áreas y bienes de dominio público de propiedad del Estado, incluidos el suelo, subsuelo, y aires de caminos públicos, calles, plazas y demás bienes de dominio público, por parte de los operadores de los servicios públicos señalados en el Artículo 2 del presente Decreto Legislativo, **es gratuito únicamente para el despliegue, mejoramiento o mantenimiento de infraestructura de redes de distribución de los servicios públicos.**

Artículo 4. De la eliminación de trabas burocráticas en el acceso a los servicios públicos

Las autoridades de cualquier nivel de gobierno, al momento de establecer montos por derecho de tramitación para los procedimientos administrativos para acceso o conexión domiciliaria, a los usuarios y operadores de los servicios públicos señalados en el Artículo 2 del presente Decreto Legislativo, no podrán establecer montos mayores al 1% (uno por ciento) de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT) vigente por dicho concepto.

La Comisión de Acceso al Mercado (CAM) del INDECOPI establecerá las medidas de oficio para hacer cumplir la presente disposición en el marco de lo establecido por el artículo 11 del presente Decreto Legislativo.

- **Normas complementarias**

Ley 26338, Ley General de Servicios de Saneamiento

Decreto Supremo 023-2005-VIVIENDA, Aprueban el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338

Decreto Ley 25844, Ley de Concesiones Eléctricas

Decreto Supremo 009-93-EM, Aprueban el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas

Resolución Ministerial 214-2011-MEN/DM, aprueban el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)

Resolución Ministerial 037-2006-MEN/DM, aprueban el Código Nacional de Electricidad (utilización 2011)

Ley 26096, Ley de Telecomunicaciones

Decreto Supremo 013-93-TCC, Aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones.

Decreto Supremo 020-2007-MTC, Aprueban Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

Decreto Legislativo 1014, Decreto Legislativo que establece medidas para propiciar la inversión en materia de servicios públicos y obras públicas de infraestructura.

Ley 26734, Ley del Organismo Supervisor de Inversión en Energía – OSINERG

Ley 28295, Ley que regula el acceso y uso compartido de infraestructura de uso público para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones

Ley 29022, Ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones

Ley 29706, Ley de facilitación de conexiones domiciliarias del servicio público de distribución de gas natural

Ordenanza 059-MML, que reglamenta la interferencia de vías públicas que impliquen la alteración del tránsito de vehículos en la provincia de Lima

Ordenanza 062-MML, reglamento de la administración del Centro Histórico de Lima

Ordenanza 203-1998 - MML, reglamento para la ejecución de obras en las áreas de dominio público

Ordenanza 244-1999 - MML, que modifica la ordenanza 203-MML

Ordenanza 341-2001-MML, que aprueba el Sistema Vial Metropolitano

D.S. N° 034-2008-MTC, Reglamento Nacional de Infraestructura Vial

R.D. N° 10-2014-MTC/14, Sección Suelos y Pavimentos

Norma ASTM D6433, Índice de Condición de Pavimento.

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. Hipótesis principal

Se determina el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

2.5.2. Hipótesis secundarias

Se establece quien es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

Se calcula el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público.

2.6. VARIABLES

2.6.1. Variable principal

Estado de conservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro.

2.6.2. Variables secundarias

Principal causante del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro.

Impacto económico de la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro.

=====

CAPÍTULO III

MÉTODO

A continuación, se describe la metodología utilizada para responder a las preguntas de investigación planteadas al inicio del estudio.

En primer lugar, se presenta el esquema general de los pasos seguidos en el proceso de investigación, con el fin de establecer como las diferentes etapas del proceso de investigación se interrelacionan para contribuir en el logro del objetivo central y objetivos específicos.

Finalmente, se realiza una descripción de cada una de las etapas desarrolladas, con el fin de entender los objetivos, fuentes de información y herramientas de análisis utilizadas en cada una de las etapas de investigación.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto ha contemplado un diseño de investigación del tipo *investigación aplicada*, debido a que sus conclusiones se podrán aplicar a situaciones similares.

La investigación aplicada, permitirá la aplicación de conocimientos teóricos, aplicarlas en determinadas situaciones concretas y las consecuencias prácticas que de ella deriven.

Desde otra perspectiva, la investigación ha contemplado un diseño de investigación del tipo *investigación sustantiva*, es decir, se ha respondido a problemas teóricos o sustantivos, presentados en las superficies de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

La investigación sustantiva ha estado orientada a describir, explicar y en algunos casos, predecir, los criterios de operación y mantenimiento en el diseño de las superficies de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación ha contemplado un diseño de investigación del tipo *investigación correlacional*, es decir, se ha determinado el grado de relación

existente entre las variables enunciadas (Capítulo 2.6) y detalladas (Capítulo 3.4) de la presente investigación.

La investigación correlacional es básicamente conocer cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación ha contemplado un *diseño no experimental*, debido a que, por más que se hayan realizado estudios y observaciones de campo, las variables de investigación, no pudieron ser manipuladas, debido a que, cada falla que se pudo encontrar, tenía una diferente fuente de origen.

La presente investigación, se emplearon dos metodologías:

Metodología PCI, basada en la norma ASTM D6433-07¹⁴; para el desarrollo de la hipótesis principal y la hipótesis secundaria N° 1.

Metodología SGP, basada en el PMS¹⁵, para el desarrollo de la hipótesis secundaria N° 2.

¹⁴ Norma ASTM D6433-07: Índice de condición de pavimentos (PCI)

¹⁵ PMS: Pavement Management System, (SGP), diseñada para municipalidades o gobiernos locales con bajos recursos y que del cual se puede conseguir a una mayor sofisticación.

3.3.1. Metodología PCI

3.3.1.1. Generalidades

La red en estudio se divide en tramos, los cuales a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra. El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra. La cantidad de las fallas se mide según lo descrito en el *Apéndice X1*¹⁶.

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

3.3.1.2. Muestreo

La norma ASTM D6433-07, presenta la siguiente metodología de muestreo:

Paso 1

Identificar los tramos o las áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red, tales como calles, caminos y estacionamientos.
(Rodríguez, 2009)

¹⁶ Apéndice X1, la norma contiene los niveles de severidad en pavimentos de asfalto.

Paso 2

Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico o la condición del mismo. (Rodríguez, 2009)

Paso 3

Dividir las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra. (Rodríguez, 2009)

Paso 4

Identificar las unidades de muestras individuales a ser inspeccionadas de tal manera que permita ser localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento. Es necesario que las unidades de muestra sean fácilmente reubicables, a fin de que sea posible la verificación de la información de fallas existentes, la examinación de variaciones de la unidad de muestra con el tiempo y las inspecciones futuras de la misma unidad de muestra si fuera necesario. (Rodríguez, 2009)

Paso 5

Rodríguez (2009), propone lo siguiente:

Seleccionar las unidades de muestra a ser inspeccionadas. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar de la siguiente manera:

Considerando todas las unidades de muestra de la sección, considerando un número de unidades de muestras que nos garantice un nivel de confiabilidad del 95% o considerando un número menor de unidades de muestra.

Todas las unidades de muestra de la sección pueden ser inspeccionadas para determinar el valor de PCI promedio en la sección. Este tipo de análisis es ideal para una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias.

El número mínimo de unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección dada, para obtener un valor estadísticamente adecuado (95% de confiabilidad), es calculado redondeando el valor obtenido de “n” al próximo número entero mayor y según la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * S^2}{\left[\left(\frac{e^2}{4}\right) * (N - 1) + S^2\right]} \quad (1)$$

Donde:

- n** : Tamaño de la muestra (unidades).
- N** : Población (número total de unidades de muestra en la selección (unidades).
- S** : Desviación estándar del PCI entre una unidad de muestra y otra unidad de muestra de la misma sección.

Cuando se realiza la inspección inicial la desviación estándar se asume para pavimentos de concreto asfáltico (AC) en 10 y para pavimentos de hormigón de cemento Pórtland (PCC) en 15. Esta suposición debe ser verificada posteriormente como se describe líneas abajo una vez se han determinado los valores del PCI. Para inspecciones posteriores se adopta el valor de desviación estándar de la inspección anterior en la determinación de n.

- e** : Error aceptable en la estimación del PCI de la sección.
Comúnmente +/- 5 puntos de PCI.

Si la obtención de un nivel de confianza del 95% es crítica, se debe verificar que el número de unidades de muestra inspeccionadas es el adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida. Se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$S = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(PCI_i - PCI_s)^2}{(n - 1)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Donde:

- PCI_i** : PCI de la unidad de muestra i.
PCI_s : (PCI de la Sección) Promedio de las unidades de muestra analizadas.
n : Número total de unidades de muestra analizadas.

Luego de realizado todo esto, se debe calcular el número de unidades de muestra necesarias utilizando la Ecuación 1 y la desviación estándar obtenida con la Ecuación 2. Si el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas es mayor a las ya inspeccionadas, seleccionar e inspeccionar aleatoriamente unidades de muestra adicionales. Estas unidades adicionales deben estar distribuidas uniformemente dentro la sección. Repetir el proceso de verificación del número de unidades de muestra mínimo a ser inspeccionado e inspeccionar unidades de muestra adicionales hasta que el número total de muestras inspeccionadas sea igual o exceda el mínimo requerido de acuerdo a la Ecuación 1 utilizando la desviación estándar actual. (Rodríguez, 2009)

Paso 6

Una vez que se ha determinado el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas, calcular o determinar el intervalo de espaciamiento entre las unidades utilizando un muestreo sistemático y aleatorio. Las muestras estarán distribuidas de manera uniforme en toda la extensión de la sección a partir de la primera muestra seleccionada al azar. El intervalo de espaciamiento (i) entre las unidades a ser inspeccionadas se calcula a través de la siguiente formula, redondeando el resultado al número entero inmediato inferior. (Rodríguez, 2009)

De lo enunciado se obtendrá:

$$i = \frac{N}{n} \quad (3)$$

Siendo:

- i : Intervalo entre unidades de muestra
- N : Cantidad de unidades de muestra.
- n : Cantidad de unidades de muestra a evaluar

Hecho esto, se selecciona una unidad de muestra cualquiera, escogiendo las demás con el intervalo calculado, desde la muestra 1 hasta i . Las demás unidades de muestra de una sección que se encuentren ubicadas a incrementos i de espaciamiento también deben ser inspeccionadas.

Paso 7

Unidades de muestras adicionales se deben analizar cuando presentan fallas no representativas en la sección. Estas unidades son seleccionadas por el usuario.

3.3.1.3. Procedimiento de inspección

Las definiciones y guías para la cuantificación de fallas y posterior determinación del PCI están detalladas *Apéndice X1*¹⁷ para pavimentos asfálticos (AC). Existen diversos textos relacionados con este tema, pero cuando la información en esos textos difiere de las definiciones expresadas en este método de evaluación, se utilizan las especificadas de esta norma.

3.3.1.4. Aplicación del método para pavimentos flexibles

1. Cálculo del PCI

Según lo establecido en la Norma ASTM D6433, una vez registradas las fallas según el tipo y severidad, se suma la cantidad total de cada tipo de falla por cada nivel de severidad y se registra en la columna denominada "Total". Las unidades empleadas son generalmente m², m, unidad, dependiendo del tipo de falla.

A continuación se calcula la densidad porcentual para cada tipo de falla y nivel de severidad, se divide la cantidad total entre el área de la unidad muestra, este resultado se multiplica a su vez por 100.

Posteriormente empleando las curvas de valor deducido, la densidad porcentual y el nivel de severidad, se determina el Valor Deducido (DV) de cada tipo de falla.

Seguidamente, con los Valores Deducidos calculados, se determina el máximo Valor Deducido Corregido (CDV) (Figura 25), según como sigue:

¹⁷ Apéndice X1, la norma contiene los niveles de severidad en pavimentos de asfalto.

Se enlistan de menor a mayor los valores deducidos, si del total de estos, ninguno o solo uno supera a dos en valor, se suman todos y el total vienen a ser el máximo CDV.

De no producirse la figura anterior, se debe restringir el total de Valores Deducidos a emplear, para tal efecto, la Norma ASTM D6433, establece la siguiente ecuación:

$$m = [1 + (9/98) * (100 - HDV)] \leq 10 \quad (4)$$

Siendo:

m : Máximo número de VsDs a considerar

HDV : Mayor valor de valores deducidos calculados

Finalmente, calculado m, solo se deberán tomar en cuenta esa cantidad de valores deducidos. Si se tiene un número de valores deducidos menor a m, todos estos deben de ser empleados.

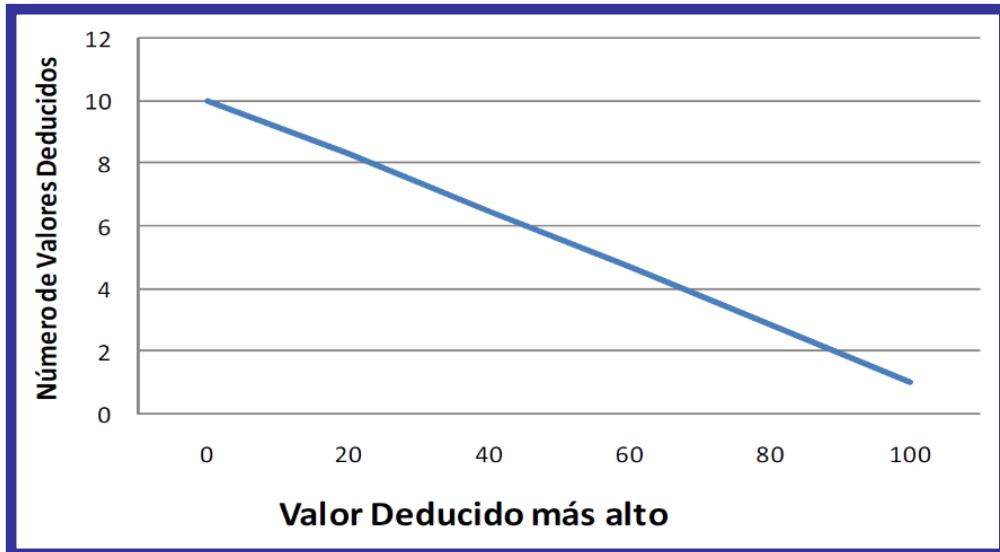


Figura 25: Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV)

Determinar el valor deducido total (CDT), este valor es la suma de los valores deducidos individuales.

Hallar q como el número de valores deducidos mayores a dos.

Determinar el valor de CDV en forma iterativa a partir de CDT y de q, empleando las gráficas de corrección (Figura 26).

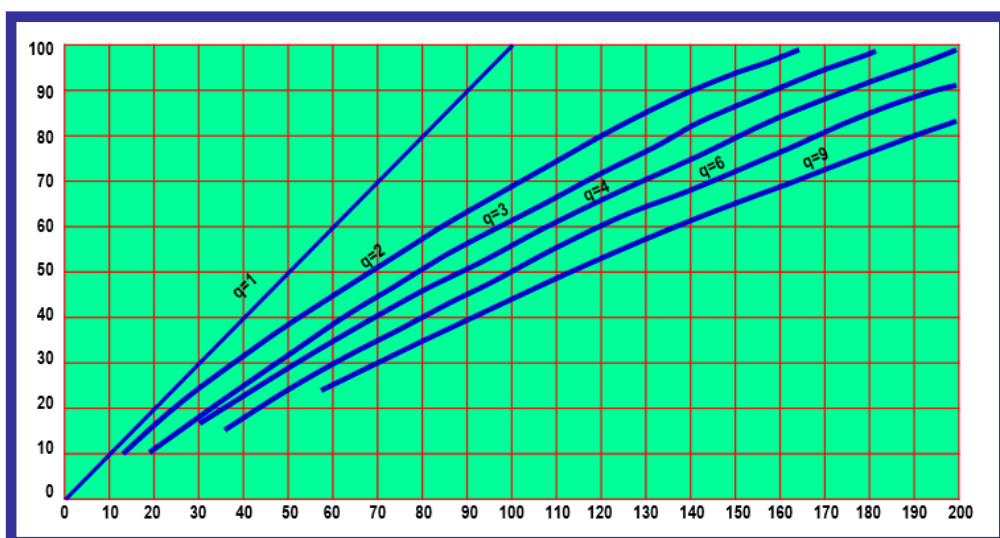


Figura 26: Corrección de los valores deducidos

Gráfica CDV vs CDT

El Máximo CDV es el mayor.

El PCI se halla de la siguiente manera:

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV}_{\text{máx}} \quad (5)$$

2. Cálculo del PCI de la sección

Si las unidades de muestra inspeccionadas han sido escogidas al azar, entonces el PCI de la sección (PCI_s) es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra (PCI_r) utilizando la Ecuación 6. (Rodríguez, 2009)

$$\text{PCI}_s = \text{PCI}_r = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{PCI}_{ri} * A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \quad (6)$$

Donde:

PCI_r : PCI ponderado del área de las unidades de muestra.

PCI_{ri} : PCI de la unidad de muestra aleatoria i .

A_{ri} : Área de la unidad de muestra aleatoria i .

n : Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si existen unidades de muestra adicionales inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas (PCI_a) es calculado empleando la Ecuación 7. (Rodríguez, 2009)

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} * A_{ai})}{\sum_{i=1}^m A_{ai}}$$

Consecuentemente, el PCI de la sección de pavimento es calculado mediante la Ecuación 8, (Rodríguez, 2009)

$$PCI_s = \frac{PCI_r(A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a(\sum_{i=1}^n A_{ai})}{A} \quad (8)$$

Donde:

PCI_a : PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.

PCI_{ai} : PCI de la unidad de muestra adicional i.

A_{ai} : Área de la unidad de muestra adicional i.

A : Área de la sección.

m : Número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.

PCI_s : PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

3.3.2. Metodología SGP

3.3.2.1. Inventario

Describir las características de las vías de una determinada zona:

Longitud del sistema, en m.

Ancho de vía (dos carriles, promedio), en m.

Área del sistema, en m².

3.3.2.2. Clasificación de las vías

Indicar la característica principal de la zona de estudio, si predomina las vías de pavimentos flexibles o las vías de pavimentos rígidos, se debe emplear como rango de clasificación del método PCI, el detallado en el Capítulo 2.2.9.

(2).

3.3.2.3. Inspección de la zona en estudio

Realizar un levantamiento de fallas de toda la zona de estudio, siguiendo la metodología PCI, detallada en el Capítulo 2.2.9.

3.3.2.4. Clasificación del sistema vial

Después de calculado el PCI, se procede a clasificar el sistema entero siguiendo una adaptación de la escala del grado del PCI (Figura 6); para tal efecto, elaboramos la Tabla N° 5, fusionando las clasificaciones *muy pobre* y *colapsado*, como una sola, e incorporamos las definiciones de categoría/acción y descripción empleadas por Carpio (2009), según como sigue:

Tabla 5: Tipo de mantenimiento según categoría del PCI

RANGO DE ÍNDICE DE ESTADO	CATEGORÍA / ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
100 a 85	Excelente Mantenimiento Preventivo o Mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85a70	Muy Bueno Mantenimiento Correctivo Menor	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.
70a55	Bueno Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo: 1. Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor. 2. Sellado de superficie. 3. Re-encarpetado delgado.
55 a 40	Regular	Se considera que se dejen deteriorar.
40a25	Pobre Rehabilitación - Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
<25	Muy Pobre y Colapsado Rehabilitación - Reconstrucción	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.

La Tabla 6, muestra la clasificación del sistema vial, con una clasificación que la identifique, desde la letra A hasta la letra F.

Tabla 6: Clasificación del sistema vial

LETRA	CLASIFICACIÓN PCI	RANGO	COLOR
A	Excelente	100 a 85	Amarelo
B	Muy bueno	85 a 70	Verde
C	Bueno	70 a 55	Azul
D	Regular	55 a 40	Blanco
E	Pobre	40 a 25	Naranja
F	Muy pobre y Colapsado	< 25	Rojo

3.3.2.5. Costos de mantenimiento

La metodología SGP, señala los costos de mantenimiento según la metodología PCI. En ese sentido la Tabla 7 muestra los costos de mantenimiento, según el tipo de condición, en dólares del año 2013, pero siendo que, el cálculo final, será expresado en forma porcentual, no se consideró indispensable actualizar el dólar al presente año.

Tabla 7: Costos por mantenimiento de vías

CONDICIÓN PCI	%	COSTO DE MANTENIMIENTO (\$/m ²)
A	7,00	15,00
B	10,75	25,00
C	13,00	35,00
D	15,00	50,00
E	13,50	120,00
F	40,75	160,00
	100,00	

3.3.2.6. Impacto Económico Total (IET)

La metodología SGP, para la estimación de los costos de mantenimiento, según la metodología del PCI, considera a los dos tipos de falla:

1) Fallas producidas por efectos antropogénicos (H), y, 2) Fallas producidas por efectos naturales (N).

La Ecuación 9, muestra el impacto económico total:

$$\mathbf{IE_{TOTAL} = IEEF_H + IEEF_N} \quad \mathbf{(9)}$$

Donde:

$\mathbf{IE_{TOTAL}}$: Impacto económico total (\$).

$\mathbf{IEEF_H}$: Impacto económico por efecto de fallas antropogénicas -H (\$).

$\mathbf{IEEF_N}$: Impacto económico por efecto de fallas naturales -N (\$).

1. Determinación de las áreas de la zona de estudio.

Determinar las áreas de las secciones de la zona de estudio, vinculadas con los parámetros del PCI, considerando los valores de la Tabla 5 y Tabla 6, posteriormente se calculan las incidencias porcentuales de las áreas de cada sección, con respecto al área total de la zona de estudio, ver Tabla 8.

La Tabla 8, muestra un ejemplo del cálculo de las áreas por secciones de una zona de estudio, en ella, además, se indica el color de la clasificación de cada una de las secciones, de la zona de estudio.

Tabla 8: Áreas de la zona de estudio

N°	RED VIAL / TRAMOS	ÁREAS DE LAS SECCIONES									TOTAL (m²)
		SECCIÓN 1	SECCIÓN 2	SECCIÓN 3	SECCIÓN 4	SECCIÓN 5	SECCIÓN 6	SECCIÓN 7	SECCIÓN 8	SECCIÓN 9	
1	Vía a	282	786	798	714	792	768	786			4.926
2	Vía b	234	840	816	684	810	756	732			4.872
3	Vía c	288	810	822	696	786	762	756	780		5.700
4	Vía d	312	798	816	714	774	768	708	672		5.562
5	Vía e	384	750	816	732	756	774	756	738	1.998	7.704
6	Vía f	360	786	822	714	756	762	780	780	612	6.372
7	Vía g	810	1.452	2.220	708	702					5.892
8	Vía h	792	708	714	1.470	678	702	792			5.856
9	Vía i	696	708	738	1.458	714	678	1.014			6.006
10	Vía j	684	726	750	1.446	678	654	1.092	1.092	654	7.776
11	Vía k	654	726	708	1.452	702	630	1.194			6.066
12	Vía l	690	642	720	1.458	630	1.284				5.424
											72.156

2. Estimación de recursos del IET.

Calcular el área por cada condición PCI de cada vía, de igual forma determinar su porcentaje, respecto del área total de la zona de estudio, y, finalmente, multiplicarlo por el costo de mantenimiento de cada condición de PCI. La sumatoria de cada costo de PCI, resultará el costo total de mantenimiento de la zona de estudio.

Tabla 9: Impacto Económico Total de la zona de estudio

CONDICIÓN PCI	ÁREA (m ²)	%	COSTO UNIT. (\$/m ²)	COSTO TOTAL (\$/m ²)
A	10.464	14,50	15,00	156.960
B	25.266	35,02	25,00	631.650
C	22.764	31,55	35,00	796.740
D	12.420	17,21	50,00	621.000
E	630	0,87	120,00	75.600
F	612	0,85	160,00	97.920
	72.156	100,00		2'379.870

La Tabla 9, muestra el impacto económico total de la zona de estudio, la cual considera los dos tipos de fallas: 1) Fallas producidas por efectos antropogénicos (H), y, 2) Fallas producidas por efectos naturales (N).

3.3.2.7. Impacto Económico por Efecto de las Fallas Naturales (IEEFN).

Se asume que la Municipalidad Metropolitana de Lima, dentro de su programa de mantenimiento de las vías, realiza las labores que permitan restablecer las vías que han sido dañadas por efectos naturales.

1. Determinación de la condición PCI en las áreas de mantenimiento para el IEEFN.

Determinar las áreas de mantenimiento y su condición PCI en la zona de estudio, considerando los valores de la Tabla 5 y Tabla 6, posteriormente se calculan las incidencias porcentuales de las áreas de cada sección, con respecto al área total de la zona de estudio, ver Tabla 10.

La Tabla 10, muestra un ejemplo del cálculo de las áreas de mantenimiento por secciones de una zona de estudio, en ella, además, se indica el color de la clasificación de cada una de las secciones, de la zona de estudio.

Tabla 10: Áreas de mantenimiento en la zona de estudio

Nº	RED VIAL / TRAMOS	ÁREAS DE MANTENIMIENTO DE LAS SECCIONES									TOTAL (m²)
		SECCIÓN 1	SECCIÓN 2	SECCIÓN 3	SECCIÓN 4	SECCIÓN 5	SECCIÓN 6	SECCIÓN 7	SECCIÓN 8	SECCIÓN 9	
1	Vía a	282	786	798	714	792	768	786			4.926
2	Vía b	234	840	816	684	810	756	732			4.872
3	Vía c	288	810	822	696	786	762	756	780		5.700
4	Vía d	312	798	816	714	774	768	708	672		5.562
5	Vía e	384	750	816	732	756	774	756	738	1.998	7.704
6	Vía f	360	786	822	714	756	762	780	780	612	6.372
7	Vía g	810	1.452	2.220	708	702					5.892
8	Vía h	792	708	714	1.470	678	702	792			5.856
9	Vía i	696	708	738	1.458	714	678	1.014			6.006
10	Vía j	684	726	750	1.446	678	654	1.092	1.092	654	7.776
11	Vía k	654	726	708	1.452	702	630	1.194			6.066
12	Vía l	690	642	720	1.458	630	1.284				5.424
											72.156

2. Estimación de recursos del IEEFN.

Calcular el área de mantenimiento por cada condición PCI de cada vía, de igual forma determinar su porcentaje, respecto del área total de la zona de estudio, y, finalmente, multiplicarlo por el costo de mantenimiento de cada condición de PCI. La sumatoria de cada costo de PCI, resultará el costo total de mantenimiento por fallas naturales, de la zona de estudio.

Tabla 11: Impacto económico por efecto de fallas naturales en la zona de estudio

CONDICIÓN PCI	ÁREA (m ²)	%	COSTO UNIT. (\$/m ²)	COSTO TOTAL (\$/m ²)
A	49.020	67,94	15,00	735.300
B	17.916	24,83	25,00	447.900
C	4.608	6,39	35,00	161.280
D	612	0,85	50,00	30.600
E		0,00	120,00	0
F		0,00	160,00	0
	72.156	100,00		1'375.080

La Tabla 11, muestra el impacto económico producido por efectos naturales (N).

3.3.2.8. Impacto económico por efecto de las fallas antropogénicas (IEEFH).

Calcular el impacto económico por efecto de las fallas antropogénicas (IEEFH), mediante la aplicación de la Ecuación 9.

IE_{TOTAL} : US\$ 2'379.870

IEEF_H : Impacto económico por efecto de fallas antropogénicas -H (US\$).

IEEF_N : US\$ 1'375.080

Por una simple diferencia, se tiene que:

$$\mathbf{IEEF_H = US\$ 2\ 379.870 - US\$ 1\ 375.080}$$

$$\mathbf{IEEF_H = US\$ 1\ 004.790}$$

En este ejemplo, si solamente, el mantenimiento de las vías se hubiera debido al desgaste normal de las mismas, se hubiera invertido **US\$ 1'375.080**, pero, por efecto de las obras que realizan las empresas de servicio públicos (Capítulo 2.2.7), se ha invertido adicionalmente, **US\$ 1 004.790**, lo que equivale a una innecesaria inversión del **73,1 %** ($1\ 004.790 / 1\ 375.080 * 100$).

3.4. ESTRATEGIAS DE PRUEBAS DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis llevó a la validación de la hipótesis formulada para la presente investigación y en consecuencia, permitió también, validar las hipótesis secundarias planteadas.

Los procedimientos de la información recepcionada de la muestra definida, fueron realizados a través de las mediciones de campo experimentales, los

cuales, permitieron: 1) determinar el estado de conservación que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, 2) establecer quién es el principal causal de daño en la superficie de rodadura de vías que conforman el Dameró de Pizarro, y, 3) calcular el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público.

Se emplearon los protocolos de la metodología PCI (*Índice de Condición de Pavimento*) y la metodología SGP (*Pavement Management System*), como parte de la estrategia, que permitió probar las hipótesis planteadas en la presente investigación.

Si los resultados de la información recabada, es consistente con nuestras hipótesis planteadas, entonces, habremos validado la hipótesis.

3.5. VARIABLES

En la presente investigación se definió una variable independiente y dos variables dependientes.

3.5.1. De la hipótesis principal.

Variable independiente: Estado de conservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

3.5.2. De la hipótesis secundaria N° 1.

Variable dependiente: Principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

3.5.3. De la hipótesis secundaria N° 2.

Variable dependiente: Impacto económico de la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro.

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. Flujo vehicular.

3.6.1.1. Consideraciones de las vías

Como parte de las labores de investigación se realizó una inspección de la zona de estudio, con el objetivo de establecer patrones o características que permitan tomar en cuenta las vías existentes, consecuentemente, se desestimó la Calle Santo Domingo, por tener un flujo vehicular considerablemente bajo, las vías laterales del Jr. Camaná, en el tramo comprendido entre la Av. Nicolás de Piérola y la Av. Emancipación, por ser

usualmente empleadas para estacionamiento, el Jr. de la Unión, el Jr. Ica y el Jr. Ucayali, por ser vías peatonales y el tercer carril de la plaza de armas, por ser utilizado para girar a la izquierda.

3.6.1.2. Composición Vehicular

El Damero de Pizarro forma parte del casco urbano de Lima, consecuentemente al estar compuesto por vías locales o calles, no se otorgan autorizaciones para el tránsito de ómnibus interprovincial, vehículos de transporte público de pasajeros, camionetas rurales, o transporte de carga, solo transitan por sus calles vehículos ligeros, con excepción del Metropolitano y el Urbanito, lo cuales transitan de forma controlada el primero por una vía segregada de concreto y el segundo por la Av. Emancipación.

3.6.1.3. Nivel de Servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Que según el Manual de Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros.

Las Calles que conforman el Damero de Pizarro, presentan un nivel de servicio F, el flujo se presenta forzado y de alta congestión, lo que ocurre cuando la intensidad del flujo vehicular (demanda) llega a ser mayor que la

capacidad de la vía. Bajo estas condiciones, se forman colas en las que se experimenta periodos cortos de movimientos seguidos de paradas.

3.6.2. Población

El concepto de población en estadística, va más allá de lo que comúnmente se conoce como tal. Una población se precisa como un conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes.

Una población es un conjunto de elementos que presentan una característica común (Cadenas, 2012).

La población puede ser: población finita¹⁸ o población infinita¹⁹, según sea el tipo de investigación a realizar.

En la presente investigación, el cálculo de la población de estudio, se basó en la metodología del PCI (Norma ASTM D6433-07), siendo en términos estadísticos, una población finita conformada por 12 calles (Figura 12), las cuales son vías locales de 2 carriles, un ancho de calzada promedio de 6 metros y 3 metros por carril, siendo la longitud total de estudio 12.026 metros.

¹⁸ Población finita, es el conjunto compuesto por una cantidad limitada de elementos. Ejemplo: el número de especies, el número de estudiantes, el número de obreros, etc.

¹⁹ Población infinita, es el conjunto compuesto por un número extremadamente grande de elementos. Ejemplo: el conjunto de especies que tiene el reino animal, es decir, cuando se desconoce el total de unidades de observaciones que la integran. Cuando el conjunto tiene más de 10.000 elementos, también se le considera en esta categoría.

La superficie de rodadura es de pavimento flexible y empleada para el tránsito ligero, salvo en el Jr. Lampa y la Av. Emancipación por donde transita el *Metropolitano*²⁰ pero en una superficie completamente segregada y de concreto, la cual no formó parte de la presente investigación.

Tabla 12: Inventario de calles del Damero de Pizarro

N°	VÍA	LONGITUD (m)	N° SECCIONES	N° UNIDADES
1	Jr. Rufino Torrico	821	7	26
2	Jr. Cailloma	812	7	25
3	Jr. Camaná	950	8	30
4	Jr. Carabaya - Jr. de la Unión	927	8	30
5	Jr. Lampa - Jr. Amazonas	1.284	9	40
6	Jr. Azángaro - Jr. Ancash	1.062	9	33
7	Jr. Conde de Superunda - Jr. Junín	982	5	30
8	Jr. Callao - Jr. Huallaga	976	7	31
9	Jr. Huancavelica - Jr. Miroquesada	1.001	7	33
10	Av. Emancipación - Jr. Cusco	1.296	9	44
11	Jr. Moquegua - Jr. Puno	1.011	7	33
12	Jr. Ocoña - Jr. Apurímac	904	6	27
		12.026	89	382

Secciones: cada cuadra de la vía.

Unidades: 6 m de ancho.

En consecuencia, la población del presente trabajo de investigación está integrada por 12 de las calles que conforman el Damero de Pizarro (Figura 12).

²⁰El Metropolitano, también conocido como el Sistema Metropolitano de transporte, es un sistema de autobuses de tránsito rápido que opera en la ciudad de Lima.

3.6.3. Muestra

Una muestra es una representación significativa de las características de una población, que bajo, la asunción de un error (generalmente no superior al 5%) estudiamos las características de un conjunto poblacional mucho menor que la población global.

Se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla (Murria R. Spiegel, 2011).

3.6.3.1. Tamaño de la muestra

El cálculo de la muestra de estudio, se basó en la metodología del PCI (Norma ASTM D6433-07), para lo cual se emplearon las ecuaciones descritas en el Capítulo 3.3.1. (2).

De la Ecuación (1), se tiene:

$$n = \frac{N * S^2}{\left[\left(\frac{e^2}{4}\right) * (N - 1) + S^2\right]}$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra (unidades).

- N** : 382 unidades (tamaño de la población).
S : 10
e : 5 % (Error aceptable).

Reemplazando los valores, se tiene:

$$n = \frac{382 * 10^2}{\left[\left(\frac{0,05^2}{4}\right) * (382 - 1) + 10^2\right]}$$

n = 381,6 (resultado del cálculo matemático).

Por tanto, el tamaño de la muestra es de 382 unidades, valor que es igual al del tamaño de la población, lo cual tiene lógica, dado que, no se pueden descartar ninguna unidad, lo contrario, sería aceptar que existe un *batch promedio* en el análisis.

3.6.3.2. Tipo de muestreo

Existen dos métodos para seleccionar muestras de poblaciones; el *muestreo no aleatorio*²¹ (de juicio) y el *muestreo aleatorio*²² (de probabilidad).

Para la presente investigación, se realizó el muestreo por juicio, es decir, el muestreo se realizó a criterio del tesista, basado en la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.).

3.6.3.3. Selección de la muestra

Todos los elementos de la población, han tenido la misma posibilidad de ser elegidos; y más aún, no siendo una investigación del tipo experimental, la selección de la muestra, seleccionar a todas las secciones de la población, dado que se calculó el mismo valor para ambas(Capítulo 3.6.3.).

²¹ Muestreo no aleatorio, o, de juicio, Una muestra seleccionada por muestreo de juicio se basa en la experiencia de alguien con la población, y es en el cual no se conoce la probabilidad o posibilidad de cada uno de los elementos de la población determinada. Este muestreo, plantea para cada elemento de la muestra, una posibilidad determinada a juicio del investigador, lo cual implica, descartar aquellos elementos con una baja posibilidad, haciendo que la muestra no siempre sea representativa, motivo por el cual, ha sido descartada.

²² Muestreo aleatorio, o, de probabilidad, En el muestreo aleatorio, todos los elementos de la muestra determinada, tienen la misma posibilidad de ser considerados, haciendo más homogénea los elementos de la misma, en consecuencia, todos los elementos de la población tienen la oportunidad de ser escogidos en la muestra.

La selección de la muestra, puede ser: *muestra simple*²³, *muestra estratificada*²⁴, o, *muestra por racimos*²⁵.

Para la presente investigación, la selección de la muestra ha sido muestreo simple, en tal sentido, los resultados del muestreo, son una fiel representación de la población.

3.6.3.4. Técnicas del muestreo

La técnica de muestreo es el procedimiento empleado para obtener una o más muestras de una población; el muestreo es una técnica que sirve para obtener una o más muestras de población.

Para la presente investigación, se ha empleado la técnica del recorrido de campo, basado en la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.), dentro de la zona de estudio (Figura 2), abarcando todas las vías y sus secciones respectivas (Tabla 12).

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

²³ Muestra simple, se calcula una muestra de la población.

²⁴ Muestra estratificada, la población se divide en estratos y se calcula una muestra por estratos.

²⁵ Muestra por racimos, la selección se realiza en varias etapas o racimos, y dentro de cada racimo se calcula una muestra.

3.7.1. Técnica de la investigación

En la presente investigación, después de haber planteado el problema (Capítulo 1.2.), esbozado de forma antelada su posible solución (Capítulo 2.5.), y definido las variables y sus respectivos indicadores (Capítulo 3.5.); ha permitido desarrollar el protocolo de investigación enmarcado en el método científico, aplicándolo en la contrastación de las hipótesis (Capítulo 4).

La técnica empleada ha sido enmarcada a la investigación científica, es decir: sistemática (siguiendo una secuencia lógica), ordenada (un orden establecido), metódica (no ha sido al azar), racional (análisis reflexivo al momento de levantar la información requerida), y, crítica (con criterio personal para poder determinar las conclusiones y recomendaciones); con la finalidad de haber podido concluir la presente investigación.

Para determinar el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, se ha empleado la técnica de observación, fundamentado en la metodología PCI, basándose en la observación de la superficie de rodadura de las vías en la zona de investigación.

Para establecer quién es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, se ha empleado la técnica de observación fundamentado en la metodología PCI; basándose en primer lugar, observación de la superficie de rodadura y posteriormente,

identificación del tipo de falla de la superficie de rodadura de las vías, sus características y su procedencia, pudiendo ser esta por efectos naturales o por efectos colaterales de las obras de servicios públicos.

Para calcular el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público, se ha empleado la técnica de observación basada en el protocolo del análisis comparativo, fundamentado en la metodología SGP, centrándose en la observación del tipo de falla, su procedencia y el posterior análisis comparativo.

3.7.2. Instrumentos de recolección de datos

Permitieron recoger los datos de la presente investigación, asociadas a las variables establecidas, con la finalidad de poder demostrar las hipótesis planteadas.

Para determinar el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, se ha empleado la guía de observación y el formato PCI como instrumentos, fundamentado en la metodología PCI.

Para establecer quién es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, se empleó la

metodología PCI, pero al formato se le agregó la columna Naturaleza de la Falla, pudiendo ser esta N (Falla de procedencia natural), o H (Falla de procedencia antropogénica).

Para calcular el impacto económico de la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público, se empleó, la guía de observación para el análisis comparativo, fundamentado en la metodología SGP.

3.7.3. Validación de instrumentos por juicios de expertos

Los instrumentos en la presente investigación, han estado estrechamente relacionados con las técnicas de la investigación (Capítulo 3.7.1.). Estos instrumentos (Capítulo 3.7.2.), empleados para la recolección de los datos, han sido validados previamente, para determinar la exactitud de los mismos.

Los especialistas que validaron los instrumentos empleados en la presente investigación, evaluaron de manera independiente: la relevancia, coherencia, suficiencia y claridad, con la que están elaborados (Anexo 3).

Los especialistas que determinaron el grado de confiabilidad de los instrumentos empleados en la presente investigación, evaluaron, la consistencia y coherencia, que producen los instrumentos en la investigación. (Anexo 4).

3.7.4. Técnicas de procesamiento de datos

Una vez concluida la etapa de colección de los datos en una base de datos en Excel, se realizó el procesamiento y análisis de los datos de los elementos de la muestra determinada.

Para el procesamiento de los datos, se utilizaron diferentes funciones de la hoja de cálculo de Excel.

3.7.5. Técnicas de análisis de datos e interpretación de la información

Para el análisis de datos, se examinó los valores registrados, lo cual permitió inspeccionar, limpiar y transformar los datos en una tabla, aplicando la metodología PCI, se consideraron los valores de la muestra seleccionada.

Para el análisis y muestra de los resultados obtenidos se desarrollan conteos donde se identifican los aspectos relevantes de cada elemento, las notas representativas de cada variable y en particular de cada cuestión.

3.7.6. Operacionalización de variables

La Operacionalización de las variables, permitió no sólo definir las sino también encontrar la relación entre las variables independientes y la variable

dependiente. Por otro lado, hizo posible identificar el elemento de medida (indicador) de las variables, e, identificar el instrumento de cuantificación del indicador.

En la presente investigación se definió una variable independiente y dos variables dependientes.

3.7.6.1. De la hipótesis principal

Variable independiente: Estado de conservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damerao de Pizarro.

Indicadores:

Longitud de las vías.

Área de las fallas de pavimento.

Profundidad de las fallas de pavimento.

Índice de Condición de Pavimentos.

Técnica (método de evaluación):

Observación en la superficie de rodadura.

Instrumento:

Guía de observación (según metodología PCI).

Unidades del indicador:

Excelente / Muy bueno / Bueno / Regular / Pobre / Muy pobre / Colapsado.

Tipo de valor:

Valor discreto²⁶.

3.7.6.2. De la hipótesis secundaria N° 1

Variable dependiente: Principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damerao de Pizarro.

Indicadores:

Fallas en las vías producidas por las obras de servicios públicos.

Técnica (método de evaluación):

Observación

Instrumento:

Formato PCI aumentado (Metodología PCI)

Unidades del indicador:

²⁶ Valor discreto: puede tomar un valor determinado (número natural [sin decimales] o cualidad/característica) dentro de un mínimo conjunto predeterminado. No siempre entre dos valores observables, va a existir un tercer valor intermedio que pueda tomar el valor de la variable. Ejemplo [1] para animales: $N_1 = 1$; $N_2 = 2$; entre N_1 y N_2 , no existe otro valor 1,5 animales. Ejemplo [2] para cualidades: $C_1 = \text{bueno}$; $C_2 = \text{regular}$; $C_3 = \text{malo}$. Entre C_1 y C_2 , no existe otro valor intermedio.

Cantidad

Tipo de valor:

Valor continuo²⁷.

3.7.6.3. De la hipótesis secundaria N° 2

Variable dependiente: Impacto económico de la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro.

Indicadores:

Gasto producido por las fallas en las vías producidas por el hombre.

Técnica (método de evaluación):

Observación (protocolo del análisis comparativo).

Instrumento:

Guía de observación (según metodología SGP).

Unidades del indicador:

Dólares por cada metro cuadrado de vía [dólares / m²].

²⁷ Valor continuo: puede tomar un valor cualquiera (número entero [con decimales]) dentro de un intervalo predeterminado. Y siempre entre dos valores observables va a existir un tercer valor intermedio, que también podría tomar el valor de la variable. Ejemplo para caudal: Q₁ = 2,7 m³/s; Q₂ = 4,4 m³/s; entre Q₁ y Q₂, existe otro valor Q₃ = 3,4 m³/s;

Tipo de valor:

Valor continuo.

3.7.7. Diseño estadístico

La presente investigación, ha sido del tipo metodológico, es decir, ha sido de forma secuencial:

Medición de las variables,

Recolección de datos,

Análisis de datos,

Interpretación de datos, y

Procesamiento de datos con la hoja de cálculo Excel.

=====

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS PRINCIPAL

Para demostrar la hipótesis general planteada para la presente investigación:
Se determina el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, se procedió con la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.).

4.1.1. Resultados de la hipótesis principal

- **Levantamiento del plano de trabajo.**

Es la primera acción que se realizó, para poder trabajar en forma ordenada.

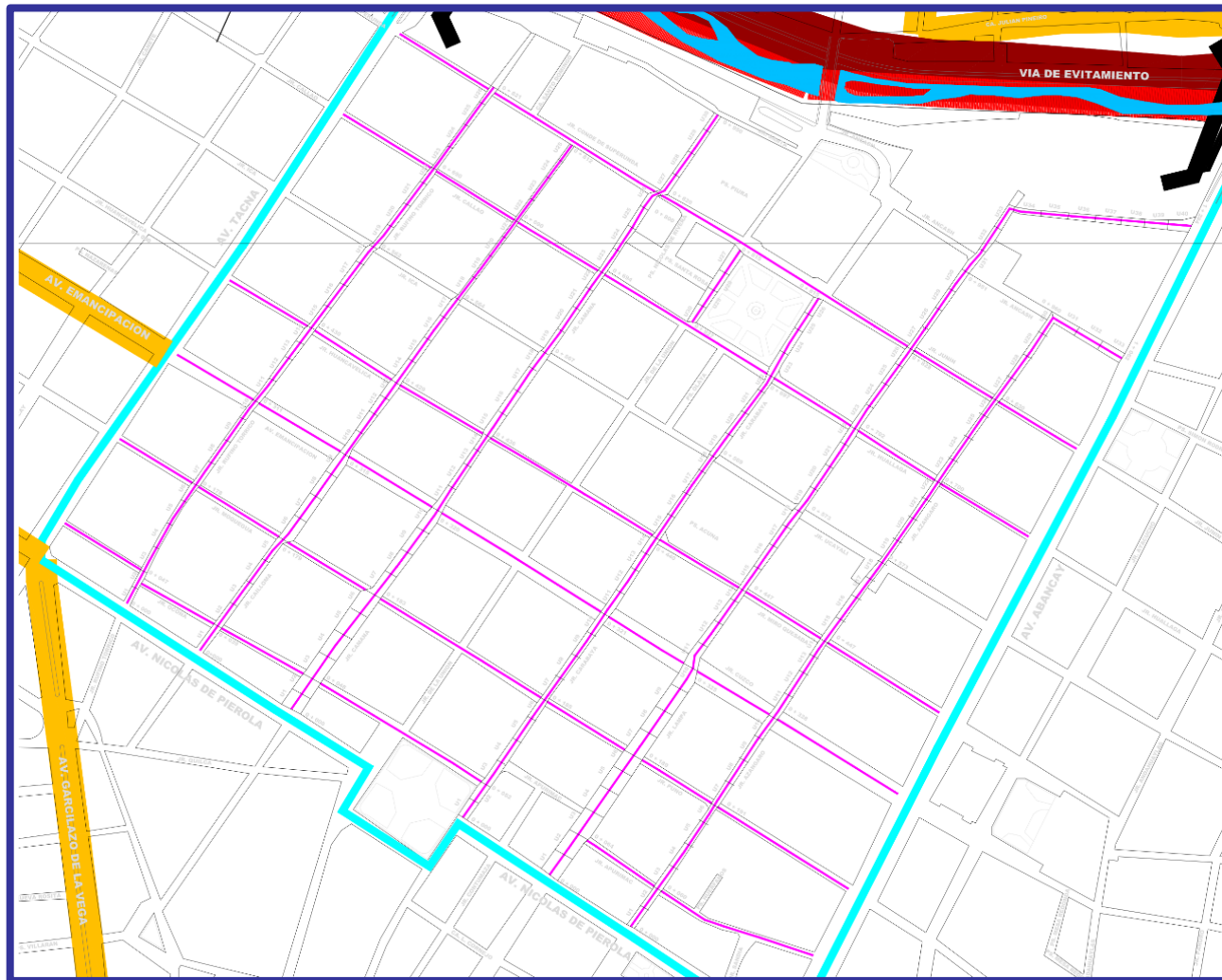


Figura 27:Red Piérola - Río

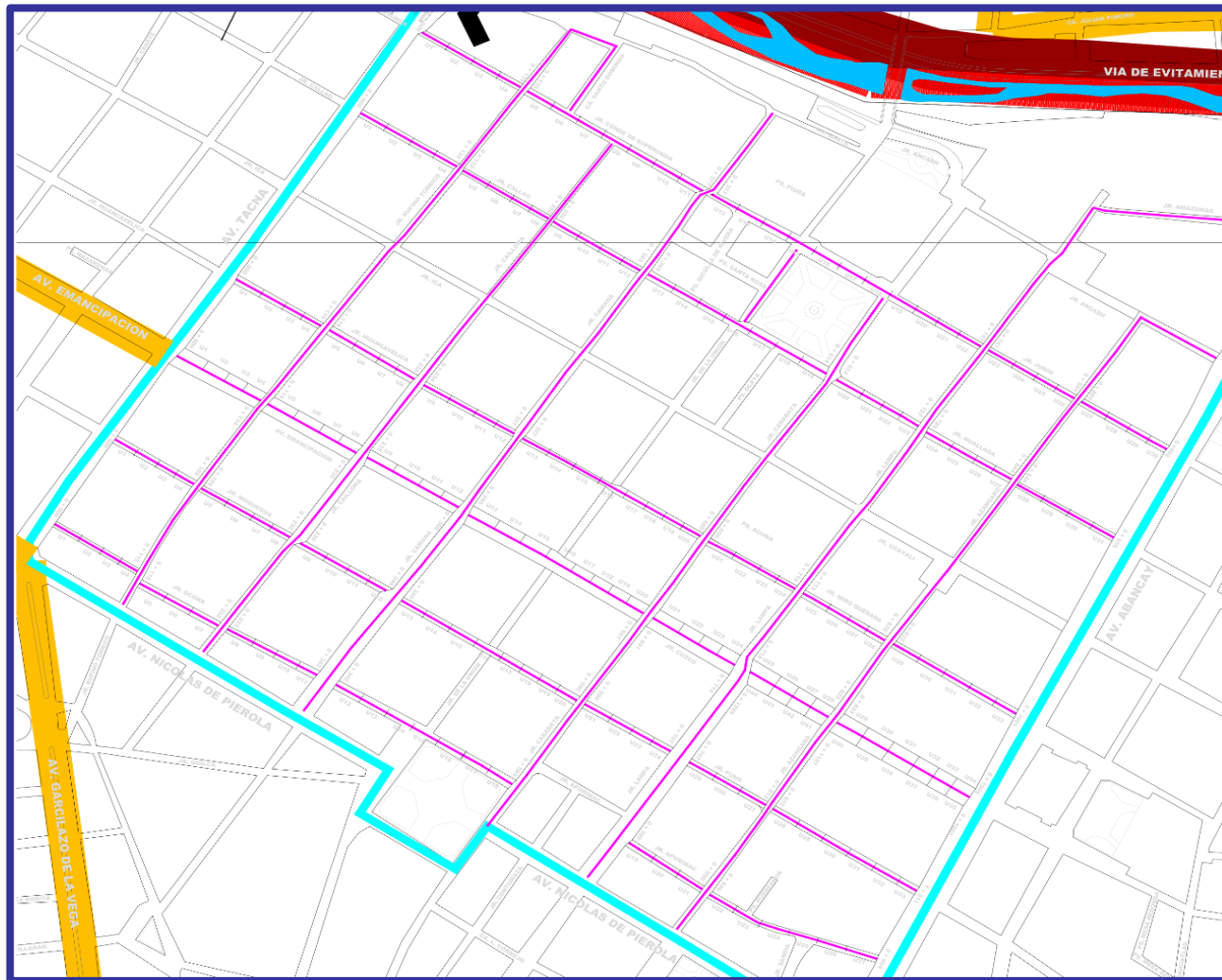


Figura 28:Red Tacna - Abancay

- **Inventario**

Se realizó en inventario de las vías, según el protocolo de la metodología PCI, en el Dameró de Pizarro, el resultado se muestra en la Tabla 12.

- **Población y muestra**

Se determinó el cálculo de la población (Capítulo 3.6.2.) y muestra (Capítulo 3.6.3.), según el protocolo de la metodología PCI.

- **Inspección de las vías**

Se realizó la inspección de las fallas, según el grado de severidad descritos en la metodología PCI, Capítulo 2.2.9. (6).

El total de registro de la inspección de fallas de las vías del damero de Pizarro, se presente en el Anexo 5.



Parches y parches de cortes utilitarios, nivel de severidad medio



Bache colindante a tapa de buzón, nivel de severidad medio



Bache, nivel de severidad bajo



Fisura de borde, nivel de severidad bajo



Parques y cortes utilitarios cerca de tapa telefónica, nivel de severidad bajo



Bache, nivel de severidad medio



Parques y cortes utilitarios, nivel de severidad medio



Parques y cortes utilitarios + fisuras transversales exteriores

Figura 29: Fallas en el Jr. Rufino Torrico



Fisura longitudinal y fisura de borde, niveles de severidad bajo



Fisuras transversales y hundimiento, niveles de severidad bajo



Parche y corte utilitario, nivel de severidad medio



Fisura Transversal, nivel de severidad medio



Fisura Longitudinal y transversal, nivel de severidad bajo



Se muestra la marcación con tinta para que se realice corte en el pavimento



Fisuras en torno a tapa de buzón de Sedapal



Parche y parche utilitario doble, nivel de severidad medio

Figura 30: Fallas en el Jr. Cailloma



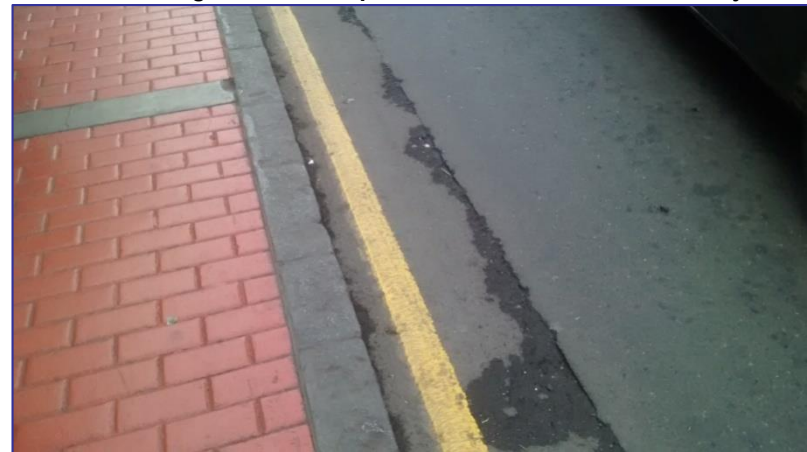
Bache y fisuras en torno a buzón de Sedapal



Fisuras longitudinales en paralelo, niveles de severidad bajo



Corte en pavimento sin intervenir generando fisuras transversales y longitudinales en zona de seguridad



Parche utilitario, nivel de severidad medio



Bache, nivel de severidad medio



Buzón bien acabado sin generar fallas, pero se reduce el ancho de vereda



Carros estacionados en vías laterales del Jr. Camaná



Fisura transversal, nivel de severidad alto

Figura 31: Fallas en el Jr. Camaná



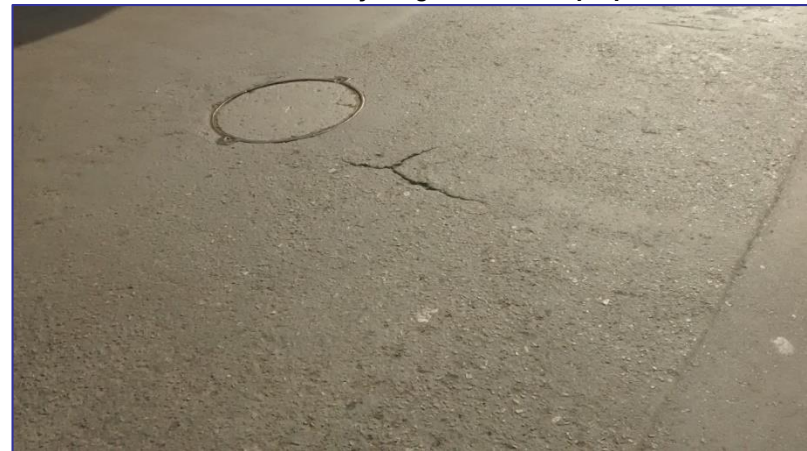
Parches y cortes utilitarios, sobre otro preexistente



Cortes transversales y longitudinales superpuestos



Corte longitudinal en vía, parche y fisuraciones colaterales



Fallas colindantes a buzón de desagüe



Fisuras en bloque sobre zanja



Fisuras en bloque presentes de manera natural



Parches y parches utilitarios con diferentes niveles de severidad



Parches y parches utilitarios y colateralmente depresión

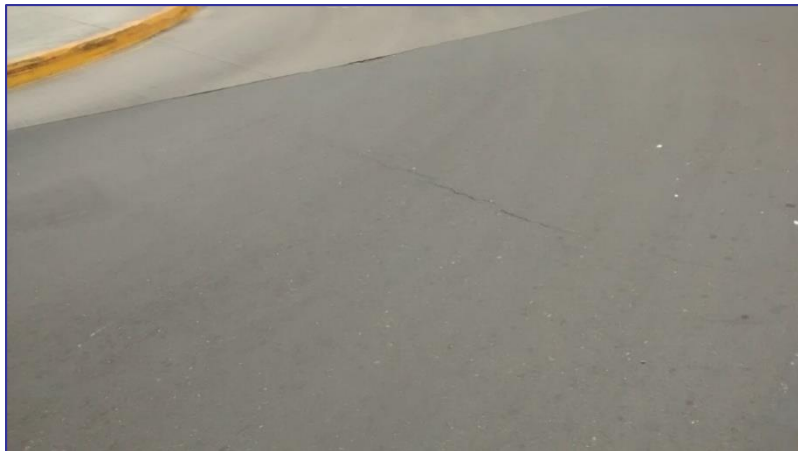
Figura 32: Fallas en el Jr. Carabaya - Jr. de la Unión



Fisura transversal, nivel de severidad medio



Corte en pavimento sin intervención



Fisura transversal a la vía del Metropolitano



Fisuras y hundimiento en las cercanías de una cámara de telefonía



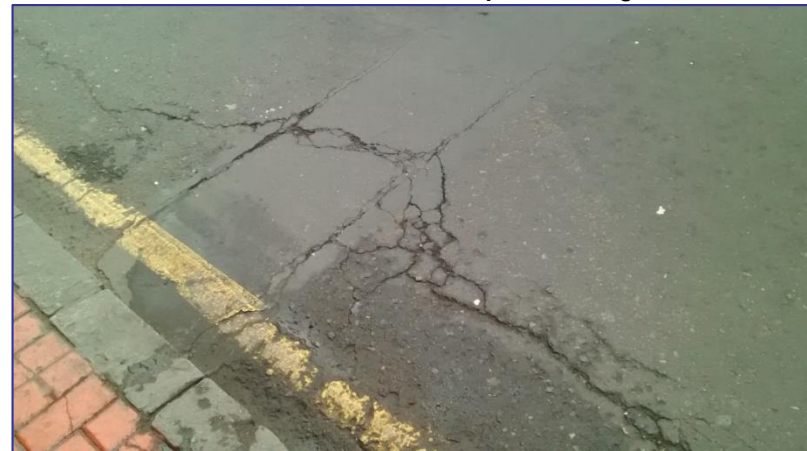
Convergencia de parches de cortes utilitarios en intersección



Canalizaciones vecinas de servicios dispuestas longitudinalmente



Fisura longitudinal y hundimiento transversal



Parche utilitario y fisuras con filtración de agua

Figura 33: Fallas en el Jr. Lampa - Jr. Amazonas



Corte en superficie de rodadura y almacenamiento de material en un costado



Pavimento retirado y colocación de elementos de seguridad



Parche de canalización y derivación a predio



Piel de cocodrilo colindante con corte en pavimento para canalización



Pavimento resanado con una baja calidad



Fisura de borde sobre línea de restricción



Pavimento en mal estado tramo Jr. Ancash – Av. Abancay



Baches y desgaste en Pavimento Jr. Ancash – Av. Abancay

Figura 34: Fallas en el Jr. Azángaro - Jr. Ancash



Doble canalización para servicios exponiendo a falla la parte no tratada



Parchado de canalización sobre zona de falla en pavimento



Tramo hundido con presencia de zanja mal trabajada produciendo fallas



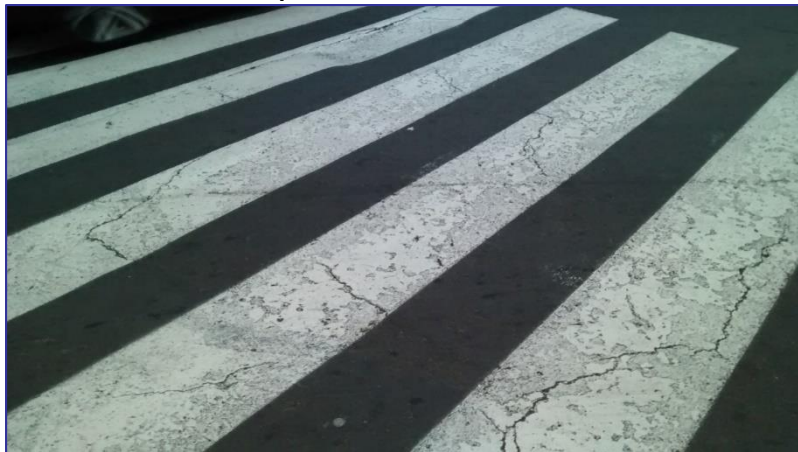
Baches en torno a tapa de cámara de Telefonía



Fisuras en bloque en torno a canalización resanada



Fisuras en bloque sobre zanja con filtración



Fisuras en torno a hundimiento en pavimento



Parches continuos con diferentes niveles de severidad

Figura 35: Fallas en el Jr. Conde de Superunda - Jr. Junín



Desprendimiento de cobertura de canalización eléctrica, con cables expuestos



Fallas en torno a buzón resonado de Sedapal



Baches con presencia de humedad en torno a canalización



Fisuras longitudinales convergentes en buzón de Sedapal



Fisuras en bloque y hundimiento en parte central de la vía



Corte en vía converge a canalización central para instalación de servicios



Fallas en torno a parche utilitario, se remedio la falla pero no se resolvió el problema



Parche de concreto sobre canalización resanada de asfalto

Figura 36: Fallas en el Jr. Callao - Jr. Huallaga



Baches alrededor de tapa de concreto de cámara de telefonía



Vía de pavimento flexible con parche utilitario de concreto



Rampa vehicular invadiendo la vía y reduciendo el ancho de los carriles



Parchado de canalización convergiendo en cámara de telefonía



Bache por colapso de canalización mal trabajada



Parche colapsando por filtración de agua



Canalización saliente de cámara de redes



Fisuras longitudinales producidas por canalización transversal

Figura 37: Fallas en el Jr. Huancavelica - Jr. Miroquesada



Corte para canalización no intervenido y parche con concreto en pavimento de asfalto



Fisura transversal con nivel de severidad alto



Parche colapsado con fisuras y grietas en los bordes



Entorno de tapa de cámara de concreto con fallas visibles y colapso en el corto plazo



Fisuras transversales en paralelo, con nivel de severidad alto



Baches y corte en torno a tapa de Sedapal, nótese la antigüedad de la tapa



Parche utilitario longitudinal y señalización horizontal mal emplazada



Parche utilitario en medio de fisura transversal y parche longitudinal

Figura 38: Fallas en Av. Emancipación - Jr. Cusco



Parque colindante a hidrante, el hundimiento refleja fuga de agua



Bache en torno a tapa de buzón de desagüe



Fisura transversal converge en tapa de buzón de Sedapal



Bache producido por tapa de registro de Sedapal no nivelada



Bache producido por tapa de registro de cámara de telefonía no nivelada



Baches colaterales a parche longitudinal de canalización



Baches internos debido a parche utilitario colapsado



Fisuras en bloque como producto de zanja mal compactada

Figura 39: Fallas en el Jr. Moquegua - Jr. Puno



Parche colapsado colindante a tapa de antigua Compañía Peruana de Teléfonos



Fisuras en bloque por notable mal estado de zanja de desagüe



Entorno de tapa de desagüe causa bache y fisuras



Pavimento colapsado con fisuras de múltiples características



Bache producto de trabajos en vereda mal resanados



Parche colapsado colindante a tapa moderna de telefonía



Canalización en paralelo a vereda para conexiones domiciliarias nuevas



Rampa vehicular en mal estado e invadiendo carril de circulación

Figura 40: Fallas en el Jr. Ocoña - Jr. Apurímac

- **Registro de las fallas de las vías**

Se realizó el registro de las fallas, según el grado de severidad descritos en la metodología PCI, según modelo de hoja de registro (Figura 7).

El total de registro de las fallas de las vías del damero de Pizarro, se presente en el Anexo 6.

Tabla 13: Resumen PCI – Damero de Pizarro

N°	RED VIAL - TRAMOS	PCI									PROMEDIO
		SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	
1	JR. RUFINO TORRICO - CALLE SANTO DOMINGO	68.5	76.8	71.4	82.9	78.7	79.2	75.6			76.1
2	JR. CAILLOMA	93.0	56.5	79.2	80.2	86.3	68.7	73.4			76.8
3	JR. CAMANA	84.5	83.4	83.2	80.2	89.3	73.4	83.9	45.1		77.9
4	JR. CARABAYA - JR. DE LA UNION	48.5	45.8	75.4	77.1	69.3	72.9	100.0	100.0		73.6
5	JR. LAMPA - JR. AMAZONAS	68.8	71.3	69.3	68.6	67.8	61.7	52.4	62.1	70.0	65.8
6	JR. AZANGARO - ANCASH	61.4	68.1	56.4	55.0	65.0	65.1	58.2	51.4	16.8	55.2
7	JR. CONDE DE SUPERUNDA - JR. JUNIN	80.6	57.9	71.3	57.5	64.7					66.4
8	JR. CALLAO - JR. HUALLAGA	86.0	87.7	72.1	81.6	81.5	75.3	85.3			81.4
9	JR. HUANCAMELICA - JR. MIROQUESADA	65.1	64.5	69.4	72.6	77.4	87.9	79.5			73.8
10	AV. EMANCIPACION - JR. CUSCO	100.0	100.0	100.0	96.9	98.6	59.7	52.8	45.5	53.1	78.5
11	JR. MOQUEGUA - JR. PUNO	71.8	55.0	67.2	56.8	50.0	50.4	57.4			58.4
12	JR. OCOÑA - JR. APURIMAC	60.3	48.9	56.5	51.5	38.7	50.5				51.1
											69.6
A	EXCELENTE	85 a 100									
B	MUY BUENO	70 a 85									
C	BUENO	55 a 70									
D	REGULAR	40 a 55									
E	POBRE	25 a 40									
F	MUY POBRE Y COLAPSADO	Menor a 25									

- **Estado de conservación de las vías**

Se estableció el estado de conservación de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, según la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.).

De la Tabla 13, se puede observar que el PCI del Dameró de Pizarro es 69.6, consecuentemente el estado es bueno, lo cual sugiere que el pavimento del Dameró de Pizarro, según refiere Carpio (2017), está en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuente y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.

Asimismo, se aprecia que las calles (secciones) con los tramos más deteriorados, por presentar un PCI menor a 55, son las siguientes:

Jr. Camaná, sección 8

Jr. Carabaya - Jr. de la Unión, secciones 1 y 2

Jr. Lampa – Jr. Amazonas, sección 7

Jr. Azángaro - Jr. Ancash, secciones 4, 8 y 9

Av. Emancipación. – Jr. Cusco, secciones 7, 8 y 9

Jr. Moquegua y Jr. Puno, secciones 2,5 y 6

Jr. Ocoña – Jr. Apurímac, secciones 2,4 y 6

4.1.2. Contrastación de la hipótesis principal

La demostración de la hipótesis general de esta investigación: *Se determina el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro*, permitiría dar cumplimiento al objetivo general: *Determinar el estado de conservación en que se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro*, para dar solución al problema principal: *¿En qué estado de conservación se encuentra la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro?*

El cumplimiento del objetivo general, de la presente investigación, permitió demostrar la hipótesis principal (Capítulo 4.1.1.), mediante la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.), en consecuencia, la hipótesis principal, ha sido contrastada.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS SECUNDARIAS

4.2.1. Hipótesis secundaria N°1

Para demostrar la hipótesis secundaria N° 1 planteada para la presente investigación: *Se establece quien es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro*, se procedió con la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.).

4.2.1.1. Resultados de la hipótesis secundaria N° 1

- **Inventario**

Se realizó en inventario de las vías, según el protocolo de la metodología PCI, en el Damero de Pizarro (Figura 2); ver la presente investigación (Tabla 12).

- **Población y muestra**

Se determinó el cálculo de la población (Capítulo 3.6.2.) y muestra (Capítulo 3.6.3.), según el protocolo de la metodología PCI.

- **Inspección de las vías**

Se realizó la inspección de las fallas, según el grado de severidad descritos en la metodología PCI, Capítulo 2.2.9. (6).

- **Registro de las fallas de las vías**

Se realizó el registro de las fallas, según el grado de severidad descritos en la metodología PCI, según modelo de hoja de registro aumentada (Figura 7). El total de registro de las fallas de las vías del damero de Pizarro, se presenta en el Anexo 5.

- **Principal responsable del daño en la superficie de rodadura**

De la Tabla 14, se puede determinar que el Damero de Pizarro, presenta 1.584 fallas, en las superficies de rodadura, de las cuales, 962 fallas (60,73 %), corresponden a actividades antropogénicas.

El porcentaje determinado, supera al 50 %, en consecuencia, la responsabilidad de las fallas en el Damero de Pizarro, recae sobre las obras de servicio público.

4.2.1.2. Contratación de la hipótesis secundaria N° 1

La demostración de la hipótesis secundaria N° 1 de esta investigación: *Se establece quien es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro*, permitiría dar cumplimiento al objetivo específico N° 1: *Establecer quién es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro*, para dar solución al problema secundario N° 1: *¿Quién es el principal responsable del daño en la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro?*

El cumplimiento del objetivo específico N° 1, de la presente investigación, permitió demostrar la hipótesis secundaria N° 1 (Capítulo 4.2.1.), mediante la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.) y la metodología SGP (Capítulo 3.3.2.), en consecuencia, la hipótesis secundaria N° 1, ha sido contrastada.

Tabla 14:Resumen de fallas de la red vial del Damero de Pizarro

Nº	TRAMOS (AVENIDA/JIRON/CALLE)		NATURALEZA DE FALLAS				
			TOTAL FALLAS	OBRAS SERVICIOS PUBLICOS (H)	DESGASTE NATURAL DEL PAVIMENTO (N)	INCIDENCIA (%)	
						H	N
1	RED VIAL DAMERO DE PIZARRO		1,584	962	622	60.73	39.27
	1	JR. RUFINO TORRICO	100	83	17	83.00	17.00
	2	JR. CAILLOMA	120	69	51	57.50	42.50
	3	JR. CAMANA	101	45	56	44.55	55.45
	4	JR. CARABAYA - JR. DE LA UNION	171	98	73	57.31	42.69
	5	JR. LAMPA - JR. AMAZONAS	166	111	55	66.87	33.13
	6	JR. AZANGARO - ANCASH	172	117	55	68.02	31.98
	7	JR. CONDE DE SUPERUNDA - JR. JUNIN	147	21	126	14.29	85.71
	8	JR. CALLAO - JR. HUALLAGA	75	36	39	48.00	52.00
	9	JR. HUANCVELICA - JR. MIROQUESADA	131	68	63	51.91	48.09
	10	AV. EMANCIPACION - JR. CUSCO	100	48	52	48.00	52.00
	11	JR. MOQUEGUA - JR. PUNO	174	159	15	91.38	8.62
	12	JR. OCOÑA - JR. APURIMAC	127	107	20	84.25	15.75

4.2.2. Hipótesis secundaria N° 2

La hipótesis secundaria N° 1 planteada para la presente investigación: *Se calcula el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público, se procedió con la metodología SGP (Capítulo 3.3.2.).*

4.2.2.1. Resultados de la hipótesis secundaria N° 2

- **Inventario**

longitud del sistema = 12.026 m.

ancho de vía (dos carriles, promedio) = 6 m,

área del sistema = 72.156,00 en m².

- **Clasificación de las vías**

La característica principal de las vías del Damero de Pizarro es que están compuestas por pavimentos flexibles, con una sola clasificación, esta es vía local, y niveles de servicio similares. Para un caso particular, se puede considerar el sistema como un todo y se empleará como referencia el rango de clasificación del método SGP, detallado en el Capítulo 2.2.9. (2).

- **Inspección de la zona en estudio**

Se realizó el levantamiento de fallas del Damero de Pizarro, siguiendo la metodología SGP, tomando nota en el formato respectivo (Figura 7).

- **Clasificación del sistema vial**

Se clasificó, las vías del Damero de Pizarro, según la metodología SGP, empleando la clasificación del sistema vial (Tabla 6).

- **Costo de mantenimiento**

Se tabuló el costo de mantenimiento de las vías del Damero de Pizarro, según la metodología SGP, empleando la clasificación de los costos (Tabla 7).

- **Impacto Económico Total (IET).**

- **Se determinó las áreas de las vías del Damero de Pizarro**

Se determinó las áreas, siguiendo el protocolo indicado en la metodología SGP, indicado en el Capítulo 3.3.2.6. (a)

- **Se determinó el Impacto Económico Total (IET)**

Se determinó las áreas, siguiendo el protocolo indicado en la metodología SGP, indicado en el Capítulo 3.3.2.6. (b).

Tabla 15: Impacto Económico Total (IET) del Damero de Pizarro

CONDICIÓN PCI	ÁREA (m ²)	%	COSTO UNIT. (\$/m ²)	COSTO TOTAL (\$/m ²)
A	10.464	14,50	15,00	156.960
B	25.266	35,02	25,00	631.650
C	22.764	31,55	35,00	796.740
D	12.420	17,21	50,00	621.000
E	630	0,87	120,00	75.600
F	612	0,85	160,00	97.920
	72.156	100,00		2 379.870

- **Impacto Económico por Efecto de las Fallas Naturales (IEEFN)**

Se determinó las áreas de las vías del Damero de Pizarro

Se determinó las áreas, siguiendo el protocolo indicado en la metodología SGP, indicado en el Capítulo 3.3.2.7. (a).

- **Se determinó el Impacto Económico por Efectos de las Fallas Naturales (IEEFN)**

Se determinó las áreas, siguiendo el protocolo indicado en la metodología SGP, indicado en el Capítulo 3.3.2.7. (b).

Tabla 16: Impacto económico por efecto de fallas naturales del Damero de Pizarro

CONDICIÓN PCI	ÁREA (m ²)	%	COSTO UNIT. (\$/m ²)	COSTO TOTAL (\$/m ²)
---------------	------------------------	---	----------------------------------	----------------------------------

A	49.020	67,94	15,00	735.300
B	17.916	24,83	25,00	447.900
C	4.608	6,39	35,00	161.280
D	612	0,85	50,00	30.600
E		0,00	120,00	0
F		0,00	160,00	0
	72.156	100,00		1 375.080

Tabla 177: Áreas en mantenimiento de las vías del Dameró de Pizarro

N°	RED VIAL / TRAMOS	ÁREAS DE MANTENIMIENTO DE LAS SECCIONES									TOTAL (m ²)
		SECCIÓN 1	SECCIÓN 2	SECCIÓN 3	SECCIÓN 4	SECCIÓN 5	SECCIÓN 6	SECCIÓN 7	SECCIÓN 8	SECCIÓN 9	
1	Jr. Rufino Torrico	282	786	798	714	792	768	786			4.926
2	Jr. Cailloma	234	840	816	684	810	756	732			4.872
3	Jr. Camaná	288	810	822	696	786	762	756	780		5.700
4	Jr. Carabaya - Jr. de la Unión	312	798	816	714	774	768	708	672		5.562
5	Jr. Lampa - Jr. Amazonas	384	750	816	732	756	774	756	738	1.998	7.704
6	Jr. Azángaro - Jr. Ancash	360	786	822	714	756	762	780	780	612	6.372
7	Jr. Conde de Superunda - Jr. Junín	810	1.452	2.220	708	702					5.892
8	Jr. Callao - Jr. Huallaga	792	708	714	1.470	678	702	792			5.856
9	Jr. Huancavelica - Jr. Miroquesada	696	708	738	1.458	714	678	1.014			6.006
10	Av. Emancipación - Jr. Cusco	684	726	750	1.446	678	654	1.092	1.092	654	7.776
11	Jr. Moquegua - Jr. Puno	654	726	708	1.452	702	630	1.194			6.066
12	Jr. Ocoña - Jr. Apurímac	690	642	720	1.458	630	1.284				5.424
											72.156

- **Impacto Económico por Efecto de las Fallas Antropogénicas (IEEFH)**

Se determinó, mediante la diferencia entre el IET y el IEEFH, siguiendo el protocolo indicado en la metodología SGP, indicado en la Ecuación 9.

$$\text{IEEF}_H = \text{US\$ } 2\,379.870 - \text{US\$ } 1\,375.080$$

$$\text{IEEF}_H = \text{US\$ } 1\,004.790$$

Si, solamente, el mantenimiento de las vías se hubiera debido al desgaste normal de las mismas, se hubiera invertido **US\$ 1 375.080**, pero, por efecto de las reparaciones debido al sistema de redes (Capítulo 2.2.6), se ha invertido adicionalmente, **US\$ 1 004.790**, lo que equivale a una innecesaria inversión del **73,1 %** ($1\,004.790 / 1\,375.080 * 100$).

4.2.2.2. Contrastación de la hipótesis secundaria N° 2

La demostración de la hipótesis secundaria N° 2 de esta investigación: *Se calcula el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público, permitiría dar cumplimiento al objetivo específico N° 2: Calcular el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Damero de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las*

obras que realizan las empresas de servicio público., para dar solución al problema secundario N° 2: ¿Cuál es el impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura de las vías que conforman el Dameró de Pizarro, como consecuencia de la ejecución de las obras que realizan las empresas de servicio público?

El cumplimiento del objetivo específico N° 2, de la presente investigación, permitió demostrar la hipótesis secundaria N° 2 (Capítulo 4.2.2.), mediante la metodología PCI (Capítulo 3.3.1.) y la metodología SGP (Capítulo 3.3.2.), en consecuencia, la hipótesis secundaria N° 2, ha sido contrastada.

4.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

4.3.1. Estado de conservación de la superficie de rodadura

Luego de calcular el promedio ponderado de los PCIs de todos los tramos (calles) que conforman el Damero de Pizarro, graficados en la figura 41, los cuales a su vez se obtuvieron promediando los PCIs de las secciones y estos de las unidades de cada sección, se obtuvo como resultado 69.6, lo que significa en líneas generales, considerando la descripción de la tabla 18, que el pavimento del Damero de Pizarro está en la categoría bueno, o como refiere Carpio (2017), con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuente y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.

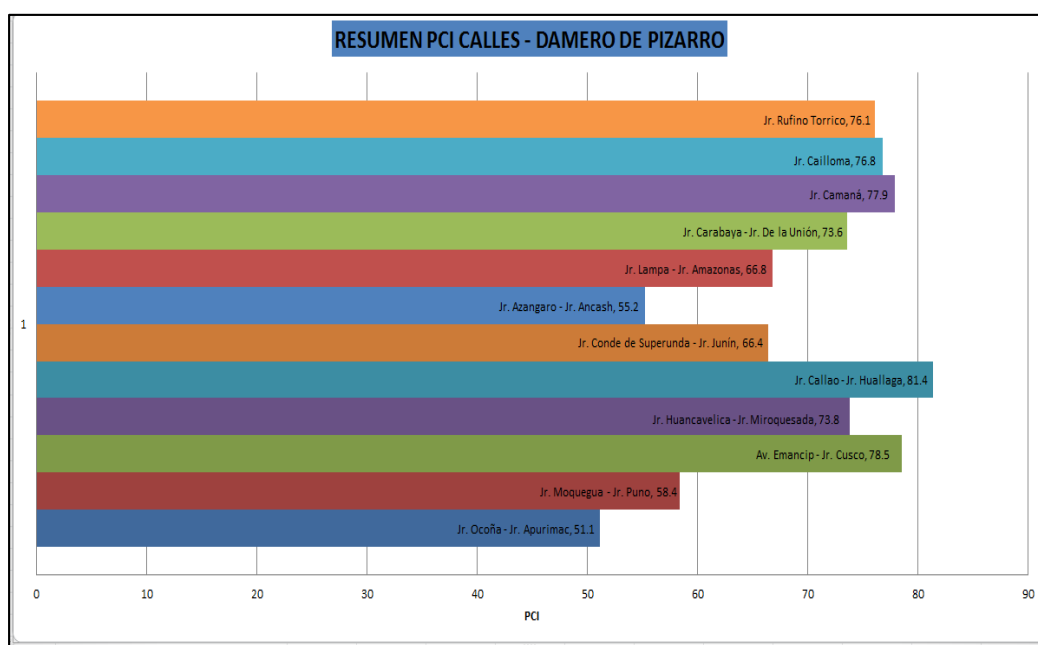


Figura 41: Resumen PCI Calles – Damero de Pizarro

Tabla 18: Estado de conservación de las vías

RANGO DE ÍNDICE DE ESTADO	INCIDENCIA (%)	CATEGORÍA / ACCIÓN
100 a 85	14,50	Excelente (Mantenimiento Preventivo o Mínimo)
85 a 70	35,02	Muy Bueno (Mantenimiento Correctivo Menor)
70 a 55	31,55	Bueno (Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo)
55 a 40	17,21	Regular (Mantenimiento correctivo intensivo o dejar malograr)
40 a 25	0,87	Pobre (Rehabilitación - Refuerzo Estructural)
< 25	0,85	Muy Pobre y Colapsado (Rehabilitación – Reconstrucción)
Suma	100,00	

Adicionalmente, en la figura 41 se puede observar que el tramo más afectado es el Jr. Ocoña – Jr. Apurímac con un PCI de 51.1, pavimento en la categoría regular “con circulación poco comfortable. Daños manifiestos y frecuentes. El pavimento se aproxima al fin de su vida útil”.

4.3.2. Principal responsable del daño en la superficie de rodadura

La investigación realizada evidenció que el 60.73 % de las fallas observadas tenía como procedencia las obras ejecutadas por las empresas de servicios públicos; asimismo, se obtuvo un PCI de 88.6, solo con fallas naturales, lo cual significa que en circunstancias naturales el pavimento “no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo”.

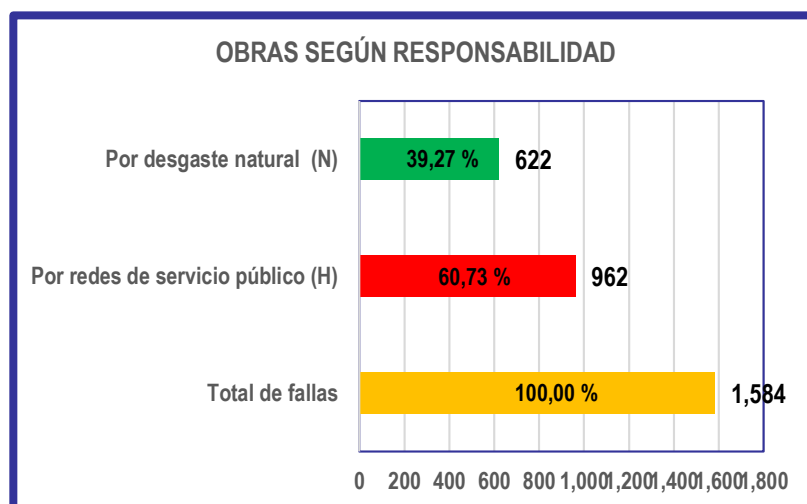


Figura 42: Tipo de falla, según responsabilidad

4.3.3. Impacto económico en la preservación de la superficie de rodadura.

El costo de las labores de mantenimiento de la superficie de rodadura del Damerio de Pizarro, en una situación de desgaste natural del pavimento, asciende a \$ 1'375,000, sin embargo, debido a los efectos de las obras que realizan las empresas de servicios públicos, este costo se incrementa en \$ 1'004,790, es decir en un 73.1%, ascendiendo a \$ 2'379,870, afectando

significativamente el monto de inversión de la Municipalidad Metropolitana de Lima y consecuentemente el de todos los ciudadanos.

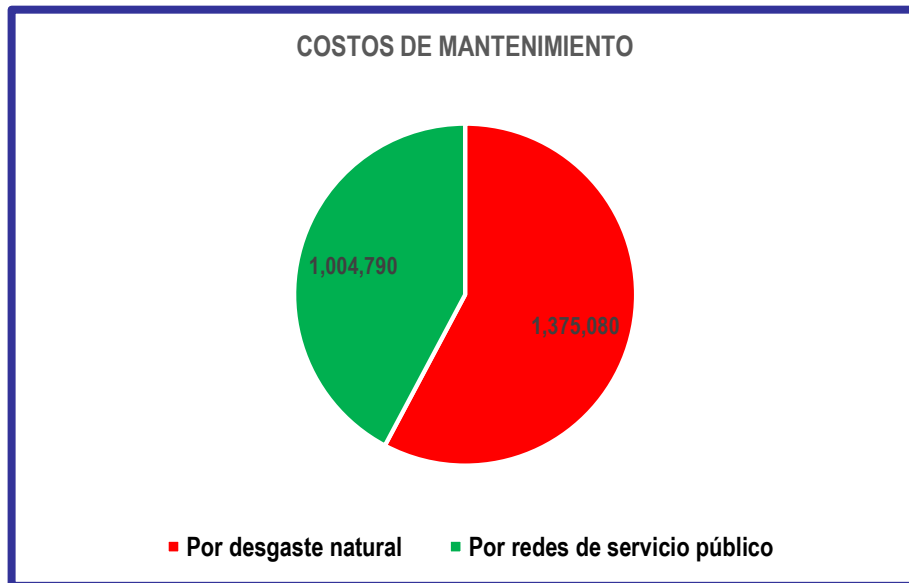


Figura 43: Sobrecostos en mantenimiento

=====

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. DISCUSIÓN

Si bien el Índice de Condición de Pavimento del Damero de Pizarro es 69.6, se debe tener en cuenta que este es un valor ponderado que grafica el estado situacional de la red de calles, pudiendo sus tramos, secciones y/o unidades tener valores distintos y hasta extremos. Tal es el caso de la Sección 9 del tramo Jr. Azángaro – Jr. Ancash, su PCI es 16.8, sin embargo, el tramo que contiene esta sección tiene un PCI de 55.2, superando en más de cuatro puntos al PCI del Jr. Ocoña – Jr. Apurímac, que es 51.1., y es el más crítico de todos los tramos.

En una situación distinta se encuentra el Jr. Callao - Jr. Huallaga, tramo que al tener 81.4 de PCI se convierte en el que mejor estado de conservación presenta, sin embargo es en el tramo Av. Emancipación – Jr. Cusco, en donde

se registra una mayor cantidad de secciones en muy buen estado con PCIs de 100.

La presente investigación empleó la observación y el formato de la figura 7 para determinar que el 60.73 % de las fallas observadas tenían como procedencia las obras ejecutadas por las empresas de servicios públicos, correspondiéndole a la Municipalidad Metropolitana de Lima realizar las labores correctivas para minimizar el 73.1 % de sobre costo que representa la aparición de este tipo de fallas.

5.2. CONCLUSIONES

Empleando la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI), El Dameró de Pizarro presenta un área total de superficie de rodadura evaluada de 72,156 metros cuadrados, una longitud total de 12,026 metros, consta de 89 secciones y 382 unidades efectivas.

Se detectaron 1584 fallas en total sobre la superficie de rodadura del Dameró de Pizarro, de las cuales 962 fallas (60,73 %), corresponden a efectos antropogénicos (obras de servicios públicos) y 622 fallas (39,27 %) tienen como procedencia el desgaste natural del pavimento, consecuentemente, las obras de servicios públicos se convierten en la causa principal del daño de la superficie de rodadura.

El PCI del Damero de Pizarro se obtuvo promediando los PCIs de los tramos evaluados resultando 69.6, lo que significa que la red de calles que lo conforman, tiene, en líneas generales, según Carpio (2017), una superficie de rodadura con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo y probablemente una rehabilitación a mediano plazo.

El tramo Jr. Callao – Jr. Huallaga, con un PCI de 81.4, es el que, en líneas generales, presenta la superficie de rodadura en mejores condiciones y con la menor cantidad de fallas, 75 fallas en total, de las cuales 36 (48 %) son de procedencia antropogénica y 39 (52 %), producidas por el desgaste natural del pavimento, lo cual se condice con el mejor valor del PCI calculado.

El tramo con el menor PCI, es decir el que presenta un mayor daño en su superficie de rodadura es el Jr. Ocoña – Jr. Apurímac, tiene un PCI de 51,1 y 127 fallas en total, de las cuales 107, es decir (84,25 %) son de procedencia antropogénica y 20 (15,75 %) fueron causadas por efectos del desgaste natural del pavimento.

Los costos de mantenimiento de las vías que conforman el Damero de Pizarro ascendería a US\$ 1'375,080.00 dólares americanos, sin embargo, la presencia de fallas antropogénicas genera como consecuencia que se tenga que invertir en el mantenimiento de las vías un monto adicional de US\$ 1'004,790.00 dólares americanos, lo cual representa un incremento del 73,1 % en el presupuesto que la comuna limeña le destina al referido servicio.

La sección 9 del tramo Jr. Azángaro – Jr. Ancash, es la más deteriorada con un PCI de 16.8; asimismo las secciones 1, 2 y 3 del tramo Av. Emancipación – Jr. Cusco, así como las secciones 7 y 8 del tramo Jr. Carabaya – Jr. De la Unión, presentan un PCI de 100, lo cual significa que no se necesita realizar ninguna labor de mantenimiento sobre su superficie.

5.3. RECOMENDACIONES

Que el Municipio de Lima implemente un plan de recuperación del Dameró de Pizarro, en razón a que el Jr. Ancash, la Calle Santo Domingo, el Jr. Santa, al igual que los carriles laterales del Jr. Camaná (tramo Av. Emancipación - Av. Nicolás de Piérola), se encuentran subutilizadas como consecuencia del mal estado de la vía, la inseguridad, falta de iluminación, además de la ausencia de fiscalización.

Realizar labores de mantenimiento vial en el Dameró de Pizarro empleando el método de PCI, con lo cual se sabría exactamente qué zonas, secciones (cuadras) o calles intervenir y no realizar labores masivas en todas las calles a pesar del buen estado que puedan presentar algunas de sus cuadras, lo cual encarece el costo de los trabajos.

Considerando que las obras ejecutadas por las empresas de servicio son las más incidentes en el deterioro de la superficie de rodadura del Dameró de Pizarro, se recomienda que las empresas públicas, privadas y mixtas que realizan la prestación de uno o más servicios públicos esenciales, tales como

agua potable y alcantarillado, transmisión y distribución de electricidad, así como alumbrado público, gas natural y telecomunicaciones, tengan las siguientes obligaciones:

Presentar a la municipalidad correspondiente un plan anual de obras en las áreas de dominio público, lo que no las exime del trámite de autorización para cada una de las intervenciones.

Comunicar a la municipalidad correspondiente la ubicación de los trabajos de intervención en áreas de dominio público que impliquen la instalación de redes en las mismas.

Solicitar In situ, la conformidad de obra de la ejecución de obra correspondiente a la municipalidad que emitió la autorización, exceptuándose de pago alguno.

Comunicar a la municipalidad correspondiente la razón social y la ubicación de las oficinas y dependencias de los contratistas y el nombre de las personas responsables de coordinar la ejecución de las obras en las áreas de dominio público. Asimismo, comunicar, en el más breve plazo, los cambios que se produzcan durante la ejecución de una obra.

Entregar a la municipalidad correspondiente, en medio digital, la información actualizada de las redes de servicio público que operan y un Manual de Reposición de Pavimentos, a fin de que el gobierno local adopte previsiones para evitar daños a la infraestructura colindante, a la salud y seguridad de las personas y al medio ambiente.

Comunicar de forma inmediata a las autoridades competentes sobre las situaciones de riesgo generadas por las intervenciones de terceros que puedan afectar propiedades privadas o públicas, poner en peligro la vida y la

salud de las personas o impactar en el medio ambiente, a fin que aquellas procedan, conforme a sus atribuciones, a disponer la adopción de medidas cautelares o preventivas.

Solicitar a las empresas de servicio la modernización de manera paulatina de su red e infraestructura, debido a que la obsolescencia de la existente genera constantes fallas y deterioro de la infraestructura vial.

Las labores de rehabilitación realizadas por la Municipalidad de Lima son superficiales y no atacan la raíz del problema, consecuentemente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda evaluar las causas de las fallas presentadas a efectos de tomar las acciones correctivas respectivas.

Desarrollar y perfeccionar el Sistema de Gestión de Pavimentos (SGP, Pavement Management System-PMS) para municipios y gobiernos locales, por ser una herramienta metodológica fundamental para la gestión pública, que consideramos procurará un cambio de paradigma de los políticos nacionales, acostumbrados a gobernar de manera empírica.

5.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen y Hamilton (1999). *Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos*. Editorial Asistencia Técnica en

Estudios de Transportes Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao. Lima, Perú.

Aviactran (5 de agosto de 2016). *Hay 8 baches por cada kilómetro recorrido en Lima.* Diario La Prensa.pe
<http://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-hay-8-baches-cada-kilometro-recorrido-lima-63376>

Catalá B. (2008). *Análisis de falla prematura de carpeta asfáltica construida sobre pavimento existente*". Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, mención en Construcción y Estructura, en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, de la Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Caycho. C., C. (2016). *Diferentes estructuras de pavimentos.*
<https://pavimentosestructurales.wordpress.com/2009/11/23/pavimentos-semirrigidos/>

Carpio. C., F. P. (2017). *Sistema institucional para la gestión de estrategias de planificación y conservación de caminos rurales en la provincia de Azuay*". Tesis para optar el Título de Master en Vialidad y Transporte, en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Farinango B., D. R. (2014). *Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible.* Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Gestión (11 de enero de 2017). *Se venderían 180.000 vehículos nuevos en el presente año, afirma Scotiabank.* <http://gestion.pe/economia/se->

venderian-180000-vehiculos-nuevos-presente-ano-afirma-
scotiabank-2179360

Gestión (15 de junio de 2016). *Parque automotor del Perú subirá a 2,6 millones de vehículos en 2016*. <http://gestion.pe/empresas/parque-automot-or-peru-subira-26-millones-vehiculos-2016-2163406>

Gutiérrez B., A. G. (2012). *Evaluación de estructuras de pavimento flexible usando técnicas no destructivas utilizando el deflectómetro de impacto o FWD (FallingWeightDeflectometer)*. Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Geotécnica, en el Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Humpiri P., K. (2015). *Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno*. Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ingeniería Civil, mención en Geotecnia y Transportes, en la Escuela de Postgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Puno, Perú.

Julian Rivera, J. (2007). *Metodología para la estación del TMDA (Tránsito Medio Diario Anual) mediante conteo de tránsito esporádico. Aplicación en la zona central de la República Argentina*. Tesis para optar el Grado de Maestro en Transporte y Logística, en la Facultad Regional Santa Fe, de la Universidad Tecnológica Nacional. Santa Fe, Argentina.

Martín R., E. y Nieto C., A. (2014). *Territorio y turismo mundial: Análisis geográfico*. Editorial Universitaria Ramón Areces. Madrid, España.

- Martínez S., C. y Alfonso M., M. (2015). *Historia moderna, Europa, África, Asia y América*. Editorial Universidad Nacional de Educación a Distancia -UNED. San José, Costa Rica.
- MDSA (Ordenanza N° 103-2012). *Ordenanza que regula el mantenimiento y daños a la infraestructura urbana*, Municipalidad Distrital de Santa Anita, Lima, Perú.
- Mendoza, F. (5 de agosto de 2016). *Hay 8 baches por cada kilómetro recorrido en Lima*. Diario La Prensa.pe <http://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-hay-8-baches-cada-kilometro-recorrido-lima-63376>
- Miranda R., R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Constructor, en la Escuela de Construcción Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- MML (Ordenanza N° 203-1998). *Ordenanza que aprueba el Reglamento para la ejecución de obras en áreas de uso público*, Municipalidad Metropolitana de Lima, Lima, Perú.
- MML (Ordenanza N° 244-1999). *Ordenanza que aprueba la modificación de la Ordenanza N°203-1998, con la que se aprobó el Reglamento para la ejecución de obras en áreas de uso público*, Municipalidad Metropolitana de Lima, Lima, Perú.
- Morales O., J. P. (2005). *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Piura. Piura, Perú.

- MTC (2014). *Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Sección suelos y pavimentos*. Versión oficial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima, Perú.
- MTC (2013). *Manual de inventarios viales*. Versión oficial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima, Perú.
- Nelson L., A. (19 de junio de 2017). *Más de 25 mil limeños firmaron para que el alcalde Luis Castañeda responda*. Diario La República.
- Perú21 (16 de noviembre de 2014). *Lima: Pistas con huecos son un peligro latente para conductores*. <http://peru21.pe/actualidad/lima-pistas-huecos-son-peligro-latente-conductores-2204160>
- Pontón, C. (2010). *Apuntes de pavimentos*. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Robles B., R. (2015). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima*. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Rodríguez V., E. D. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en el Departamento de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Piura.
- Sánchez P., P. (2008). *Mantenimiento de la superficie de rodamiento*. Repositorio digital de la Universidad Nacional de México. México DC, México.

=====

