

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

“EVALUACION DEL DETERIORO SUPERFICIAL DE LA CARPETA  
ASFÁLTICA DE LA AVENIDA SOLDADO ESTANISLAO CONDOR  
ENTRE LA AVENIDA N° 8 Y LA AVENIDA LOS MOLLES, DEL  
DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA -  
TACNA ,2018”

**PARA OPTAR:**

**TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Leslie Solanchs Alanguia Quispe

Bach. Diego Rodrigo Javier Salas Casilla

TACNA – PERU

2018

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA****FACULTAD DE INGENIERIA****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL****Tesis****“EVALUACION DEL DETERIORO SUPERFICIAL DE LA CARPETA  
ASFÁLTICA DE LA AVENIDA SOLDADO ESTANISLAO CONDOR  
ENTRE LA AVENIDA N° 8 Y LA AVENIDA LOS MOLLES, DEL  
DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA -  
TACNA ,2018”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de diciembre del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



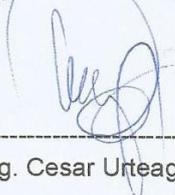
Ing. Rolando Salazar-Calderón Juárez

SECRETARIO:



Ing. Pedro V. Maquera Cruz

VOCAL:



Ing. Cesar Urteaga Ortiz

ASESOR:



Ing. Martin Paucara Rojas

### DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo LESLIE SOLANCHS ALANGUIA QUISPE, DIEGO RODRIGO JAVIER SALAS CASILLA, en calidad de: Bachiller en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) DNI 71104071, 71983479

Declaro bajo juramento que:

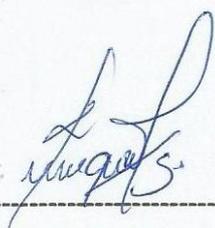
1. Soy autor (a) de la tesis titulada "Evaluación del deterioro superficial de la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Cándor entre la Avenida N°8 y la Avenida Los Molles, del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa-Tacna, 2018" la misma que presento para optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquiera responsabilidad que pudiera derivarse por la autoridad, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Privada de Tacna.

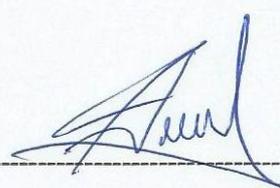
TACNA-PERU

2018



---

LESLIE SOLANCHS ALANGUIA QUISPE  
71104071



---

DIEGO RODRIGO JAVIER SALAS CASILLA  
71983479

## **DEDICATORIA**

A nuestros queridos padres, con todo el amor para las personas que hicieron todo en esta vida para que nosotros logremos nuestros sueños; por siempre motivarnos a seguir adelante cuando sentíamos que el camino era largo sus palabras acortaban este, a ustedes que nunca dudaron les dedicamos cada página que nos costó mucho esfuerzo, tiempo y dedicación.

Al amor incondicional que nos une, cuya fortaleza hizo posible la obtención de este gran logro y este sentimiento nos permitirá seguir cosechando más logros ya que juntos lograremos superar cada obstáculo que se presente en nuestras vidas.

Con amor, Leslie y Diego.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por darnos la vida y así mismo guiarnos por el camino del bien.

Gracias a nuestros padres, por apoyarnos incondicionalmente, por ser un ejemplo de fortaleza, buenos principios; así mismo por la paciencia constante que nos tuvieron en todo este proceso y guiarnos siempre a cumplir nuestras metas.

Gracias a todas las personas que hicieron posible que concluyéramos con esta tesis y su apoyo constante.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	19
<b>Capítulo 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>20</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA .....	20
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.4 OBJETIVOS.....	21
<b>Capítulo 2: MARCO TEORICO.....</b>	<b>23</b>
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	23
2.2 BASES TEORICAS .....	26
2.3 PAVIMENTOS.....	26
2.4 SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS.....	29
2.5 METODOS PARA LA MEDICION DE LA RUGOSIDAD .....	31
2.6 RUGOSIMETRO DE MERLIN .....	35
2.7 EVALUACION DE PAVIMENTOS .....	36
2.8 METODO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI).....	39
2.9 FALLAS EN LOS PAVIMENTOS.....	47
2.10 FALLAS SEGÚN EL METODO PCI EN PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	49
2.11 DEFINICION DE TERMINOS .....	65
<b>Capítulo 3: MARCO METODOLOGICO .....</b>	<b>66</b>
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....	66
3.2 POBLACION Y/O MUESTRA DE ESTUDIO .....	66
3.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS .....	67
3.4 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	67
3.5 AMBITO DE INFLUENCIA .....	68
<b>Capítulo 4: RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
4.1 DETERMINACION DEL INDICE DE ESTADO DEL PAVIMENTO (PCI) .....	72
4.2 RESULTADOS OBTENIDOS DEL RUGOSIMETRO DE MERLÍN.....	100
<b>Capítulo 5: DISCUSIÓN .....</b>	<b>108</b>
5.1 INDICE DE ESTADO DEL PAVIMENTO (PCI).....	108
5.2 RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO CON EL MÉTODO DE MERLIN .....	110
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>114</b>
RECOMENDACIONES.....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	117

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección típica de los Pavimentos de concreto asfáltico .....	27
Figura 2: Sección típica de los Pavimentos de concreto hidráulico .....	27
Figura 3: Distribución de esfuerzos en PCA y PCH. ....	28
Figura 4: Tipos de pavimentos mixtos.....	29
Figura 5: Escala y variación del Índice de Rugosidad (m/km) .....	33
Figura 6: Esquema de Rugosímetro MERLIN .....	35
Figura 7: Grafica de la curva de deterioro del pavimento .....	37
Figura 8: Hoja de registro en una vía de pavimento flexible.....	41
Figura 9: Formato para las iteraciones del cálculo del CDV .....	46
Figura 10: Resumen de fallas en pavimentos flexibles.....	48
Figura 11: Clasificación de Métodos para la Evaluación Estructural de un Pavimento .....	49
Figura 12: Piel de cocodrilo con distintos niveles de severidad.....	50
Figura 13: Exudación con distintos niveles de severidad. ....	51
Figura 14: Agrietamiento en Bloque con distintos niveles de severidad. ....	52
Figura 15: Abultamientos y hundimientos con distintos niveles de severidad.....	53
Figura 16: Corrugación con distintos niveles de severidad.....	53
Figura 17: Depresión con distintos niveles de severidad.....	54
Figura 18: Grieta de Borde con distintos niveles de severidad.....	55
Figura 19: Grieta de Reflexión de Junta con distintos niveles de severidad. ....	56
Figura 20: Desnivel de carril/berma con distintos niveles de severidad. ....	56
Figura 21: Grietas de distintos niveles de severidad. ....	57
Figura 22: Parches con distintos niveles de severidad.....	58
Figura 23: Pulimiento de agregados sin clasificación de severidad definido. ....	59
Figura 24: Huecos con distintos niveles de severidad.....	60
Figura 25. Cruce de vía férrea con distintos niveles de severidad.....	60
Figura 26: Ahuellamiento con distintos niveles de severidad. ....	61
Figura 27: Desplazamiento con distintos niveles de severidad. ....	62
Figura 28: Grietaa parabólica con distintos niveles de severidad.....	62
Figura 29: Hinchamiento severidad alta. ....	63
Figura 30: Peladura con los distintos niveles de severidad. ....	64
Figura 31: Toma de medidas de las unidades de muestra. ....	68
Figura 32: Ubicación de la Av. Soldado Estanislao .....	70
Figura 33: Vista completa de la zona a evaluar.....	71

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala de clasificación del índice de daños por AASHO .....	30
Tabla 2: Equipos utilizados para la medición la rugosidad .....	34
Tabla 3: Rangos de clasificación del PCI .....	40
Tabla 4: Extensión de unidades de muestreo en pavimentos flexibles.....	42
Tabla 5: Nivel de severidad para huecos .....	59
Tabla 6: Estado de conservación vial-Tacna.....	66
Tabla 7: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-01 del carril izquierdo - Av. Soldado Estanislao .....	73
Tabla 8: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-01.....	73
Tabla 9: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-03 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	74
Tabla 10: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-03.....	74
Tabla 11: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-05 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	75
Tabla 12: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-05.....	75
Tabla 13: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-07 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	76
Tabla 14: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-07.....	76
Tabla 15: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-09 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	77
Tabla 16: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-09.....	77
Tabla 17: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-11 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	78
Tabla 18: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-11.....	78
Tabla 19: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-13 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	79
Tabla 20: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-13.....	79
Tabla 21: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-15 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	80
Tabla 22: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-15.....	80
Tabla 23: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-17 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	81
Tabla 24: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-17.....	81

Tabla 25: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-19 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	82
Tabla 26: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-19.....	82
Tabla 27: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-21 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	83
Tabla 28: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-21.....	83
Tabla 29: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-23 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	84
Tabla 30: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-23.....	84
Tabla 31: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-25 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	85
Tabla 32: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-25.....	85
Tabla 33: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-27 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao .....	86
Tabla 34: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-27.....	86
Tabla 35: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-29 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	87
Tabla 36: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-29.....	87
Tabla 37: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-31 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	88
Tabla 38: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-31.....	88
Tabla 39: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-33 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	89
Tabla 40: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-33.....	89
Tabla 41: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-35 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	90
Tabla 42: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-35.....	90
Tabla 43: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-37 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	91
Tabla 44: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-37.....	91
Tabla 45: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-39 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	92
Tabla 46: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-39.....	92
Tabla 47: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-41 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	93
Tabla 48: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-41.....	93

Tabla 49: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-43 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	94
Tabla 50: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-43.....	94
Tabla 51: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-45 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	95
Tabla 52: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-45.....	95
Tabla 53: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-47 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	96
Tabla 54: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-47.....	96
Tabla 55: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-49 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	97
Tabla 56: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-49.....	97
Tabla 57: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-51 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	98
Tabla 58: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-51.....	98
Tabla 59: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-53 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao .....	99
Tabla 60: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-53.....	99
Tabla 61: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 01 .....	100
Tabla 62: Distribución de frecuencias Carril Izquierdo – 01.....	100
Tabla 63: Determinación de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 01 .....	101
Tabla 64: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 02 .....	102
Tabla 65: Distribución de frecuencias Carril Izquierdo – 02.....	102
Tabla 66: Determinación de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 02 .....	103
Tabla 67: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 03.....	104
Tabla 68: Distribución de frecuencias Carril Derecho – 03.....	104
Tabla 69: Determinación de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 03 .....	105
Tabla 70: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 04.....	106
Tabla 71: Distribución de frecuencias Carril Derecho – 04.....	106
Tabla 72: Determinación de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 04 .....	107
Tabla 73: Índice de Condición del Pavimento – Carril Izquierdo .....	108
Tabla 74: Índice de Condición del Pavimento – Carril Derecho.....	109
Tabla 75: Cuadro resumen del valor R (M/KM) .....	110
Tabla 76: Estado del Pavimento .....	110
Tabla 77: Estado del pavimento según R (M/KM) .....	111

**INDICE DE ANEXOS**

A. Panel fotográfico de la evaluación visual de las fallas superficiales de la Av. Soldado Estanislao.....	115
B. Panel fotográfico del ensayo del rugosímetro del Merlín.....	133
C. Curvas del valor deducido de las fallas superficiales, según el PCI.....	136
D. Matriz de consistencia.....	146
E. Plano de ubicación y localización.....	149
F. Plano de distribución de unidades de muestra.....	151

## RESUMEN

En la presente tesis se determina la condición del pavimento de la Av. Soldado Estanislao Córdor en el tramo desde la Av. N°8 hasta la Av. Los Molles del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y departamento de Tacna, la cual tiene una longitud aproximada de 1050.00 metros en ambos carriles y el cual en la actualidad se encuentra en funcionamiento y con un año de antigüedad; para ellos se utilizó el método del Índice de Condición del Pavimento y el cálculo de la rugosidad mediante el rugosímetro de Merlín.

La metodología empleada comienza con el levantamiento de información de forma visual de todos los tipos de fallas encontrados según el manual del PCI; para ello se toma nota de longitud y nivel de severidad de cada falla para posteriormente procesar la información en gabinete. Con estos datos y con ayuda de ábacos y ecuaciones se procede a obtener un valor numérico de PCI comprendido entre cero (0) y cien (100), el cual determina la condición del pavimento con los rangos ya establecidos en el método que van desde fallado hasta excelente.

Adicionalmente se realizó el cálculo de la rugosidad del pavimento empleando del método del Rugosímetro de Merlín, el cual es un equipo muy conocido y utilizado en nuestro país que se caracteriza por ser uno de los más precisos y recomendados.

Se espera que la presente investigación sea de interés y pueda ayudar como base de datos o estudio para posteriores proyectos que contemplen el mantenimiento y conservación de las vías asfaltadas.

## PALABRAS CLAVES

**Ahuellamiento:** depresión longitudinal del pavimento que coincide con la zona donde pasan con mayor frecuencia las ruedas de los vehículos.

**Asfalto:** es un material viscoso, pegajoso y de color negro, usado como aglomerante en mezclas asfálticas para la construcción de carreteras.

**Bache:** hoyos de diversos tamaños que se producen en la superficie de rodadura por desintegración local.

**Calzada:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

**Base:** es la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico. Debido a su proximidad con la superficie, debe poseer alta resistencia a la deformación, para soportar las altas presiones que recibe.

**Carpeta asfáltica:** capa compuesta de una mezcla de agregados pétreos ligados con asfalto y apoyado sobre capa de sustentación.

**Eje:** línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

**Fallas del pavimento:** son indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas de tráfico, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas.

**IRI:** sigla que corresponde al Índice de Rugosidad Internacional, es el parámetro que mide el estado más característico de la condición funcional de la capa de rodadura de un pavimento.

**Muestra al azar:** se define como unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio.

**PCI:** indica que el Índice de Condición de Pavimentos (PCI), representa la condición del pavimento en forma numérica, cuyo rango fluctúa entre 0 y 100. Se califica con (0) a la peor condición posible, y 100 a la mejor posible.

**Rasante:** plano que define a la superficie de una carretera.

**Red de Pavimento:** el conjunto de pavimentos a ser administrados, es una sola entidad y tiene una función específica.

**Sección del Pavimento:** indica que es un área de pavimento contigua de

construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

**Sub-base:** es la capa que se encuentra entre la base y la subrasante en un pavimento asfáltico. Debido a que está sometida a menores esfuerzos que la base, su calidad puede ser inferior y generalmente está constituida por materiales locales granulares.

**Subrasante:** superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

**Transito:** es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

**Unidad de muestra del pavimento:** define que una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de  $225 \pm 90$  m<sup>2</sup>, si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para acomodar condiciones de campo específicas.

## ABSTRACT

In this thesis the condition of the pavement of the Av. Soldado Estanislao Córdor is determined in the section from the Av. N ° 8 to the Av. Los Molles of the Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa district, province and department of Tacna, which has an approximate length of 1050.00 meters in both lanes and which is currently in operation and one year old; for them the method of the Pavement Condition Index was used and the calculation of the roughness by the Merlin rugosimeter.

The methodology used begins with the visual information gathering of all the types of failures found according to the PCI manual; for this, length and level of severity of each failure is taken into account to subsequently process the information in the cabinet. With this data and with the help of abacuses and equations, a numerical value of PCI is obtained, ranging from zero (0) to one hundred (100), which determines the condition of the pavement with the ranges already established in the method, ranging from failure up to excellent.

Additionally, the calculation of the roughness of the pavement using the Merlin Roughness method, which is a well-known and used equipment in our country that is characterized by being one of the most accurate and recommended.

It is expected that the present investigation is of interest and can help as a database or study for subsequent projects that contemplate the maintenance and conservation of paved roads.

## KEY WORDS

**Breakage:** longitudinal depression of the pavement that coincides with the area where the wheels of the vehicles pass most frequently.

**Asphalt:** it is a viscous material, sticky and black, used as a binder in asphalt mixtures for road construction.

**Pothole:** holes of various sizes that occur on the running surface due to local disintegration.

**Causeway:** Part of the road destined to the circulation of vehicles. It consists of a number of lanes.

**Base:** it is the layer that is under the rolling layer of an asphalt pavement. Due to its proximity to the surface, it must have high resistance to deformation, to withstand the high pressures it receives.

**Asphalt folder:** layer composed of a mixture of stone aggregates linked with asphalt and supported on a support layer.

**Axis:** line that defines the layout on the ground or profile of a road, and that refers to a specific point of its cross section.

**Pavement failures:** are external indicators of pavement deterioration caused by traffic loads, environmental factors, construction deficiencies, or a combination of these causes.

**IRI:** acronym that corresponds to the International Roughness Index, is the parameter that measures the most characteristic state of the functional condition of the pavement of a pavement.

**Random sample:** it is defined as sample unit of the pavement section, selected for inspection by random sampling techniques.

**PCI:** indicates that the Condition Pavement Index (PCI), represents the condition of the pavement in numerical form, whose range fluctuates between 0 and 100. It is qualified with (0) the worst possible condition, and 100 at the best possible.

**Flush:** plane that defines the surface of a road.

**Pavement network:** the set of pavements to be managed is a single entity and has a specific function.

**Pavement Section:** indicates that it is an adjoining pavement area of uniform

construction, maintenance, usage history and condition. A section must have the same traffic volume and load intensity.

**Sub-base:** is the layer that is between the base and the subgrade in an asphalt pavement. Because it is subject to lesser efforts than the base, its quality may be inferior and it is generally constituted by local granular materials.

**Subgrade:** surface of the road on which the pavement structure will be built.

Transit: is the phenomenon caused by the flow of vehicles on a road, street or highway.

**Pavement sample unit:** defines a subdivision of a pavement section that has a standard size that varies from 225 +/- 90 m<sup>2</sup>, if the pavement is not exactly divisible by 2500 or to accommodate specific field conditions.

## INTRODUCCION

El pavimento flexible una vez construido tiene una vida útil que cumplir, para la cual fue diseñada y de esta forma satisfacer a los usuarios, pero ¿qué sucede si ocurren daños prematuros en la misma? Si bien es cierto en la ciudad de Tacna las diferentes vías construidas en los últimos tiempos están sufriendo daños prematuros, debido a la falta de control de calidad en los materiales, el clima, procesos de construcción mal empleados, hasta la desinformación misma de la población para el cuidado de estas.

Los pavimentos deben ser diseñados para una vida útil de 20 años mínimamente, para que el cumplimiento de la misma se vea efectivo se debe realizar el mantenimiento periódico o rutinario que sea necesario con el objetivo de que se llegue a cumplir el tiempo para el cual fue diseñado. Existen diferentes maneras de realizar una evaluación visual a cerca de los daños ocasionados a lo largo del tiempo o como en este caso prematuramente.

El presente trabajo de investigación pretende mostrar las diferentes fallas existentes en un pavimento al cabo de dos años de haberse entregado la obra como construcción nueva, el método utilizado para analizar las fallas prematuras existentes fue El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) y como forma de corroborar los resultados obtenidos se utilizará el equipo de Rugosímetro de Merlín de esta forma obtener un resultado y poder discrepar del mismo.

Siendo esencial obtener la condición del pavimento existente visualmente, mediante la cual identificaremos los diferentes tipos de deterioro, la severidad y la cantidad. La aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se realizará en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna, de esta forma determinar el estado actual en el que se encuentra.

## Capítulo 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La avenida Soldado Estanislao Córdor es una vía creada debido a que una gran cantidad de pobladores se fueron a vivir por esa zona, ya que la mayoría de vehículos que transportan por dicha vía son motos, mototaxis y vehículos particulares.

Debido a que esta vía es poco transitada pero de gran importancia debe de tener un diseño del pavimento adecuado el cual logre la vida útil para la cual fue diseñada se cumpla y tanto los vehículos como peatones sepan hacer el uso adecuado para no presentar fallas prematuras.

En una inspección visual a grandes rasgos, se observan bastantes fallas las cuales para el tránsito que pasa por la vía y por el tiempo de uso no son normales que estos sucedan, ya que esto aumenta las probabilidades de que personas sufran accidentes por el mal estado de la vía.

### 1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

**La formulación del problema general, es la siguiente:**

¿Cuál es la evaluación del deterioro superficial de la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y La Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?

**La formulación de los problemas específicos, son los siguientes:**

- ¿Cómo se evalúa el deterioro superficial de la carpeta asfáltica en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?
- ¿Qué fallas superficiales se encuentran en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?
- ¿Cuál es la relación de fenómenos que afectan directamente a la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?

### **1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento en las vías del distrito Tacna con recursos provenientes del Canon, Sobre Canon y Regalías mineras ha desarrollado técnicas constructivas convencionales (estructuras de pavimentos flexibles con mezclas asfálticas en frío). Por lo que es necesario buscar las causas que originaron el deterioro prematuro de la superficie de la carpeta asfáltica, las estructuras viales deben construirse para un horizonte de vida del proyecto como mínimo de 20 años, y garantizar la inversión pública, existen otros procesos técnicos para vías que garantizan un horizonte de vida mayor a los 40 años (estructuras de pavimentos rígidos), la Municipalidad Distrital es la encargada de proponer la política relativa a la infraestructura vial del distrito, quien se encarga de supervisar y evaluar su ejecución, responsable de la construcción, mejoramiento, rehabilitación y Conservación de todas las vías de su jurisdicción y de las políticas adecuadas para la construcción, rehabilitación, mejoramiento y conservación de las vías de comunicación, tiene la misión de asegurar un servicio de transporte eficiente y competitivo que permita disminuir los costos de operación vehicular y riesgos de accidentes, integrar las áreas comerciales, proporcionar la vinculación de las diferentes zonas del distrito y especialmente en zonas consolidadas y en zonas de expansión urbana, así como la cohesión con toda la ciudad de Tacna.

Las municipalidades deben también adecuarse a la nueva normatividad emitida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para el desarrollo de proyectos viales, así como la implementación en el uso de nuevos procedimientos técnicos para la construcción de vías y pavimentos.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 OBJETIVOS GENERALES**

Determinar la evaluación de la carpeta asfáltica en las vías de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar el deterioro superficial de la carpeta asfáltica en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, mediante

el uso de un método de inspección visual.

- Identificar las fallas superficiales de las vías de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.
- Describir la relación de fenómenos que afectan directamente a la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.

## Capítulo 2: MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

La municipalidad de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa a lo largo de las diferentes gestiones logró un mejor desarrollo para la sociedad con importantes proyectos sobre las principales vías de la ciudad, construcción de nuevas, mantenimiento y el mejoramiento de las mismas.

Los pavimentos son diseñados para cumplir una vida útil, durante su construcción aun cumpliendo con todas las especificaciones y controles de calidad estos con el tiempo llegan a fallar, el deterioro de estos varía en función a la estructura del pavimento, el tráfico y también las cargas para las que fueron diseñadas, el mantenimiento, el tipo de suelo, la temperatura, condiciones ambientales, etc.

Directamente no se conocen estudios realizados anteriormente sobre el tema en mención, solo se realizaron investigaciones relacionadas a la geotecnia distrital.

#### **INTERNACIONALES**

**En el informe de asesoría “Deterioros prematuros de la mezcla asfáltica en la Concesión de la Carretera San José-Caldera” en Costa Rica**, realizaron un estudio a detalle de dicha carretera en el cual se encontraron múltiples fallas como el ahuellamiento, agrietamiento, perdida de agregados y baches, concluyendo que estas fallas se deben a un mal procesamiento de los agregados utilizados en la mezcla asfáltica.

**En el informe “Falla de Grietas por Fatigamiento en la calle Principal del sector Cañaveral del Municipio Independencia del Estado Yaracuy”, realizado en Venezuela**, el pavimento presento fallas debido a la falta de precaución hacia los fenómenos meteorológicos como es en este caso la lluvia, la cual llevo a que en el suelo la capa de sub-base debido a la acumulación de aguas pluviales; además concluyen que esto también se pudo deber a la falta de compactación de las capas del pavimento.

## **NACIONALES**

**Tesis: Raúl Robles Bustios (2015). “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco – Lima” (Tesis de título profesional). Universidad Ricardo Palma, Lima.** Sostiene que en Lima, a causa del incremento del parque automovilístico, los pavimentos están sometidos a más y mayores demandas; por lo que es importante que estos presenten características básicas como, la resistencia a las cargas a lo largo de la vida útil para la cual fueron diseñadas, brindando una transitabilidad adecuada, eficiente y económica, además de contar con un drenaje óptimo para que el parque automovilístico goce de una correcta circulación de tal forma que sea permanente y segura, de tal forma que no se vea afectado la durabilidad de esta vía. (Robles, 2015)

**Tesis: Jaime Rabanales Pajares (2014). “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento norte, utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento. Cajamarca - 2014” (Tesis de título profesional). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.** El objetivo de la presente investigación trata en el uso del índice del PCI (Present Condition Index), el cual es muy utilizado en diferentes lugares de América Latina. El PCI muestra la condición en la cual se encuentra el pavimento de la Vía en mención, para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje. Se concluye que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. (Rabanales, 2014)

**Tesis: Edwin Apolinario Morales (2012). “Innovación del método Vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito” (Tesis de título profesional). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.** Presenta una alternativa de evaluación superficial de pavimentos en vías de bajo volumen de transitabilidad, la cual esta basada en el método VIZIR, el cual no es muy conocido en nuestro país. Este método es muy empleado en países como: África, América Central y Europa, la cual se empleó para establecer normas nacionales respectivamente. (Apolinario, 2012)

**Tesis: Edgar Rodríguez Velásquez (2009). “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla” (Tesis de maestría). Universidad de Piura, Piura.** En la presente tesis se empleó el método PCI (Present Condition Index) para calcular el Índice

de Condición de Pavimento en la avenida mencionada. La cual se obtuvo como resultado un pavimento en estado regular, con un Índice de Condición de Pavimento igual a 49. El resultado se debió al correcto mantenimiento que se llevó a cabo el año 2008, la cual disminuyó significativamente las fallas estructurales que son las más perjudiciales para el pavimento. (Rodríguez, 2009)

**En el plan de “Mantenimiento Periódico de los Pavimentos del Aeropuerto de Anta-Huaraz (2010)”**, tuvo como objetivo realizar las labores de mantenimiento periódico con el fin de garantizar la confiabilidad y efectividad de la infraestructura aeroportuaria para ello se emplea el Slurry asfáltico superficial en los lados laterales de la pista de aterrizaje. (Ositran, 2010)

### **LOCALES**

**Tesis: Mariana Hiliquin Brañez (2016). “Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el Método PCI, en la Av. Jorge Chávez del Distrito de Pocollay en el año 2016” (Tesis de título profesional). Universidad Privada de Tacna, Tacna.** En esta evaluación realizada el Índice de Condición del Pavimento obtenido fue 34.69 el cual en la escala del PCI representa un estado malo. Luego a esto se realizó las evaluaciones de las deflexiones del pavimento a través del ensayo de la Viga Benkelman con el fin de comparar y corroborar los resultados de este ensayo con el método del PCI. Se llegó a la conclusión mediante ambos ensayos que el pavimento se estaba en un estado pésimo lo cual evidenciaba que se tenía que hacer una rehabilitación de todo el pavimento existente. (Hiliquin, 2016)

**Tesis: Marco Guzmán Navarro (2017). Evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo Av. Jorge Basadre Grohmann este – Av. Basadre y Forero, aplicando el Método del PCI” (Tesis de título profesional). Universidad Privada de Tacna, Tacna.** En esta investigación se ha determinado que en la av. Jorge Basadre Grohmann, tramo en mención, existen 10 tipos de daños, los cuales son grietas longitudinales, abultamientos y hundimientos, ahuellamiento y meteorización / desprendimiento de agregados, exudación, parches / acometida de servicios, grieta de borde, huecos, desnivel carril / berma y piel de cocodrilo. (Guzmán, 2017)

## **2.2 BASES TEORICAS**

El pavimento flexible es un conjunto de capas superpuestas horizontalmente, se diseñan y construyen con materiales seleccionados, además este debe resistir los esfuerzos de cargas de tránsito para el cual fue diseñado por un periodo de tiempo.

## **2.3 PAVIMENTOS**

Según (Becerra, 2012) el pavimento está conformada por una capa o conjunto de capas de materiales selectos, las cuales están situadas entre la capa de la subrasante y la superficie de la carpeta asfáltica. La función del pavimento es proveer una superficie de rodadura uniforme, con una buena resistencia en la acción del tránsito y del clima, así también en transferir de forma correcta los esfuerzos generados.

Según (AASHTO, 1993) hay dos puntos de vista para precisar un pavimento: el del punto de la Ingeniería y el del Beneficiario. De acuerdo con el de la Ingeniería, el pavimento es un componente estructural que se apoya a lo largo de toda su superficie en el suelo de la cimentación llamado sub-rasante. Esta capa deberá estar correctamente preparada para poder soportar un sistema de múltiples capas con espesores variados, llamado paquete estructural, el cual está diseñado para soportar distintos tipos de cargas durante un cierto período de tiempo de vida útil. Desde el punto de vista del beneficiario o usuario, el pavimento es una superficie que debe proporcionar comodidad y seguridad cuando pasa a través de él, es decir, debe brindar un adecuado servicio con calidad excelente.

### **2.3.1 TIPOS DE PAVIMENTOS**

#### **Pavimentos flexibles**

Es aquel que está compuesto por una capa o carpeta asfáltica es decir el pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, como se detalla en la Figura 1.

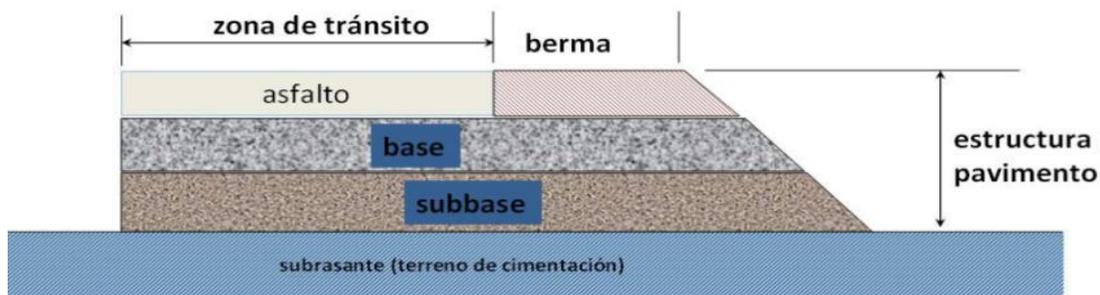


Figura 1: Sección típica de los Pavimentos de concreto asfáltico

Fuente: (Becerra, 2012)

La carpeta asfáltica tiene una rigidez baja, es por ello que absorbe las cargas vehiculares y transmite los esfuerzos hacia las capas inferiores, lo cual genera mayores tensiones en la subrasante.

El periodo de diseño para este tipo de pavimento es generalmente de 10 a 20 años de vida útil, teniendo un bajo costo de construcción inicial, y al mismo tiempo, un alto costo en mantenimiento a largo plazo.

### Pavimentos rígidos

Este tipo de pavimento está formado por una carpeta o zona de tránsito elaborado con concreto hidráulico y con una capa de sub-base como se detalla en la Figura 2.

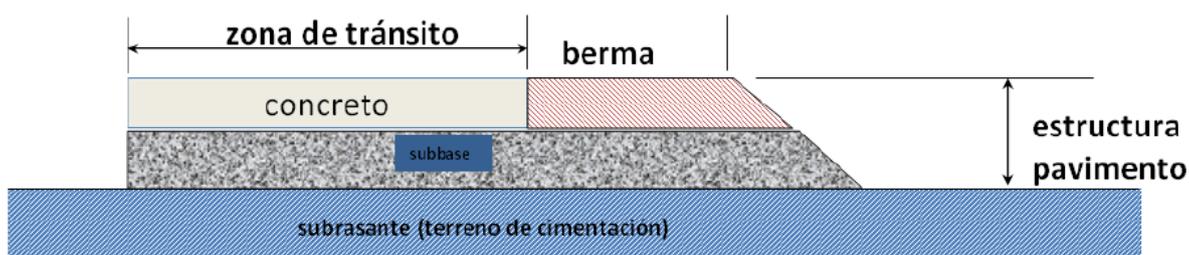


Figura 2: Sección típica de los Pavimentos de concreto hidráulico

Fuente: (Becerra, 2012)

La losa de concreto, debido a su módulo de elasticidad y a su rigidez, absorbe una parte de todos los esfuerzos que se generan sobre el pavimento, lo que produce una buena distribución de las cargas de las llantas, generando como resultado impactos bajos en la capa en la sub-rasante como se puede observar en la Figura 3.

Son comúnmente diseñados para 20 a 30 años de vida útil y opuestamente a los pavimentos de concreto asfáltico, estos tienen un alto costo de construcción inicial, pero bajo costo en mantenimiento por no ser muy requerido constantemente.

Tipos de pavimento de concreto hidráulico:

- Pavimentos de concreto simple
  - Sin pasadores
  - Con pasadores
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas
- Pavimentos de concreto con refuerzo continuo

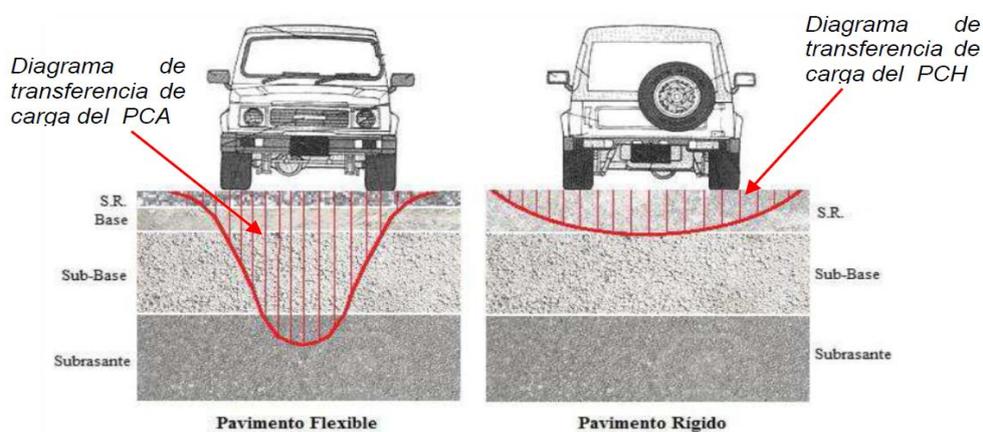


Figura 3: Distribución de esfuerzos en PCA y PCH.

Fuente: (Carlos & Gema, 2013)

### Pavimentos mixtos

Se le conoce como pavimento híbrido, y es una mezcla o fusión de pavimentos flexible y rígido. Se tienen dos esquemas típicos del paquete estructural de pavimentos mixtos. Estos se aprecian en la Figura 4.

En el primero, su estructura está basada en la colocación de múltiples bloques de concreto prefabricado en vez de la carpeta asfáltica. El objetivo de este tipo de pavimento es reducir la velocidad límite de los vehículos, dado que los bloques de concreto producen una pequeña vibración en los vehículos cuando se conduce sobre ellos. Esto es lo más correcto para áreas urbanas, ya que se podrá garantizar protección y confort para las personas que utilizaran las vías.

En el segundo, el pavimento cuenta con una superficie hecha con asfalto, el cual fue elaborado sobre un pavimento rígido. En este tipo de pavimento, se crea una particular falla, que se le conoce como fisura de reflexión de junta.

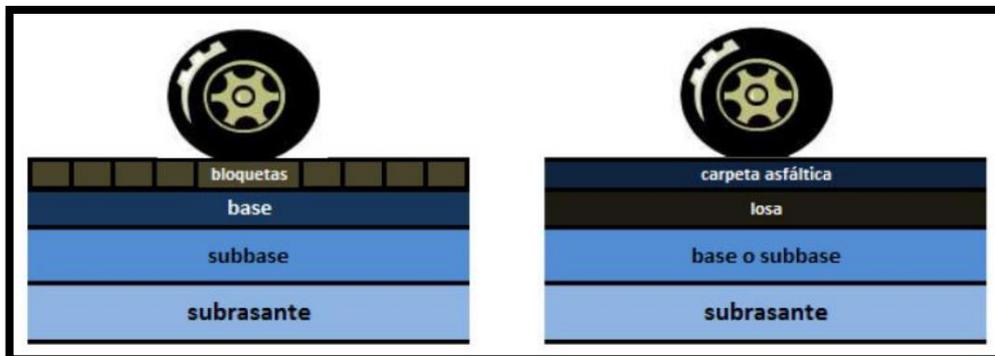


Figura 4: Tipos de pavimentos mixtos.

Fuente: (Rodríguez, 2009)

## 2.4 SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS

El concepto de capacidad de servicio, debe definirse en relación con el propósito de un pavimento construido, es decir, proporcionar un viaje cómodo, seguro y sin problemas a los usuarios. A lo largo de su periodo de vida, el pavimento empieza con una condición óptima hasta que después de un tiempo logra alcanzar una condición mala o fallada. La disminución de su condición o capacidad de servicio con el tiempo se le conoce como rendimiento.

El término de evaluación funcional se introdujo para representar los desarrollos de identificar y caracterizar los diversas apariencias relacionadas con las condiciones de la superficie de rodadura, incluidas las cuestiones relacionadas con la comodidad y la seguridad del tránsito, en las condiciones operativas de la carretera en cierto momento dado de su vida útil de servicio. (AASHTO, 1993).

Los siguientes indicadores son considerados para medir la capacidad de servicio de un pavimento:

### a. El rango de serviciabilidad presente (PSR)

Se determina a partir del promedio de las evaluaciones de las personas que lo utilizan, este promedio da lugar al PSR, que tiene por naturaleza un carácter subjetivo.

**b. El índice de serviciabilidad presente (PSI)**

Son todas aquellas características físicas que tiene pavimento y pueden ser medidas objetivamente y también pueden ser relacionadas con las evaluaciones subjetivas. Este índice es el que establece el estado funcional o capacidad de uso actual de un pavimento.

**c. La condición superficial del pavimento**

En base a todas las pruebas y ensayos que se ejecutaron en la AASHO Road Test en 1962, se pudo demostrar que la mayoría de información sobre el índice serviciabilidad de un pavimento era una consecuencia a cerca de toda la irregularidad que existía en todo un tramo de vía de pavimento, y estas medidas sobre la irregularidad busca establecer un índice de daño y condición de uso sobre el estado actual de un pavimento.

Se llegó a la conclusión que los resultados obtenidos del PSR es de carácter subjetivo por lo cual no tiene un rango de clasificación y el PSI solo indica el estado funcional o capacidad de uso actual del pavimento; por lo tanto no eran suficientes para considerar si era o no necesario intervenir en dicha zona, por consiguiente se recomendó utilizar otros tipos de evaluación para un pavimentos con el fin de hallar la condición en la superficie del pavimento y de esta forma conseguir un índice con el cual se pueda evaluar un pavimento.

A continuación se presenta una tabla guía, el cual relaciona el índice de daño de un pavimento que varía entre 0 y 5. (AASHO, 1962).

Tabla 1: Escala de clasificación del índice de daños por AASHO

CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
RANGO	RESULTADO	
5.0 a 4.0	<b>Muy bueno</b>	Solo aquellos pavimentos nuevos o con poco tiempo de uso son blandos y sin daño son los que entran en este rango. Casi todos los pavimentos los cuales fueron construidos o re-carpeteados recientemente obtiene este tipo de calificación.
4.0 a 3.0	<b>Bueno</b>	Los pavimentos en este rango aunque no son tan blandos con la categoría Muy Bueno, ofrecen un manejo óptimo y por general no muestran signos graves de daño en su superficie. Estos pavimentos

		a su vez pueden comenzar a mostrar pequeños indicios de fallas como fisuraciones leves o marcas producto de los vehículos.
3.0 a 2.0	<b>Regular</b>	En este rango se puede observar que la calidad de transitabilidad y servicio de manejo son mucho menores a las que ofrecen un pavimentos nuevo, razón por la cual cuando se transita por estos pavimentos es necesario disminuir un poco la velocidad con el fin de garantizar seguridad. Nuevas fallas están en este rango como los parcheos y comienzan a aparecer grietas.
2.0 a 1.0	<b>Malo</b>	Los pavimentos en este rango ya se encuentran en una considerable condición de deterioro, razón por la cual transitar por estos pavimentos es muy peligroso y puede ocasionar daños a los vehículos si no se conduce con mucha precaución. Las fallas presentes son baches y huecos, cabe resaltar que las fallas ocupan la mitad del pavimento.
1.0 a 0.0	<b>Muy malo</b>	En este rango los pavimentos se encuentran en una pésima condición lo que dificulta el libre tránsito por estas vías. Los pavimentos presentan muchos baches profundos y grietas mayores a los 3 centímetros, es muy difícil el manejo y estos daños están presentes en las $\frac{3}{4}$ partes del pavimento.

Fuente: Manual de la (AASHO, 1962)

## 2.5 METODOS PARA LA MEDICION DE LA RUGOSIDAD

En primer lugar, la rugosidad es la alteración del perfil longitudinal de un tramo de vía, lo cual genera pequeñas o grandes saltos en los vehículos que lo transitan. También se define como la variación de la carpeta asfáltica con respecto a una superficie plana y este provoca que la transitabilidad en la vía no sea la más óptima y se tenga que tomar precauciones. La medición con un indicador que se le conoce como Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el cual tiene por unidades de medida metros/kilometro, milímetros/metros o pulgada/milla. (INVIAS, 2007)

Para el cálculo del IRI se emplea el uso de fórmulas matemáticas, estadísticas y de cómputo los cuales permiten determinar la regularidad existente en la vía; para esto se tiene que seguir con exactitud todo los pasos que contemplan en este método.

El procedimiento para determinar el valor del IRI y el cual se considera el

paso principal consiste en realizar la medición de las alturas o elevaciones la zona a evaluar, lo cual nos permite conocer el estado actual del perfil longitudinal de la vía. De esta manera se puede afirmar que para calcular el IRI no es indispensable seguir un solo método, más bien el IRI dependerá del perfil real del tramo a evaluar. (Badilla, 2011)

Según estudios realizados existen múltiples equipos que permiten determinar la rugosidad y cabe resaltar que estos equipos deben estar calibrados y en óptimas condiciones, a partir de evaluaciones superficiales visuales se pueden relacionar y determinar la condición actual del pavimento. (MTC, 2014)

Para vías construidas con pavimento flexible o rígido el rango establecido varía entre 0 y 12 metros/kilómetros, en donde 0 representa una superficie correctamente uniforme y 12 representa un pavimento que no está adecuado para su uso y tránsito; para carreteras las cuales no están pavimentadas esta escala se puede prolongar hasta el 20.

Seguidamente, en la figura 7 se presenta los rangos del índice de rugosidad para los diferentes tipos de pavimentos:

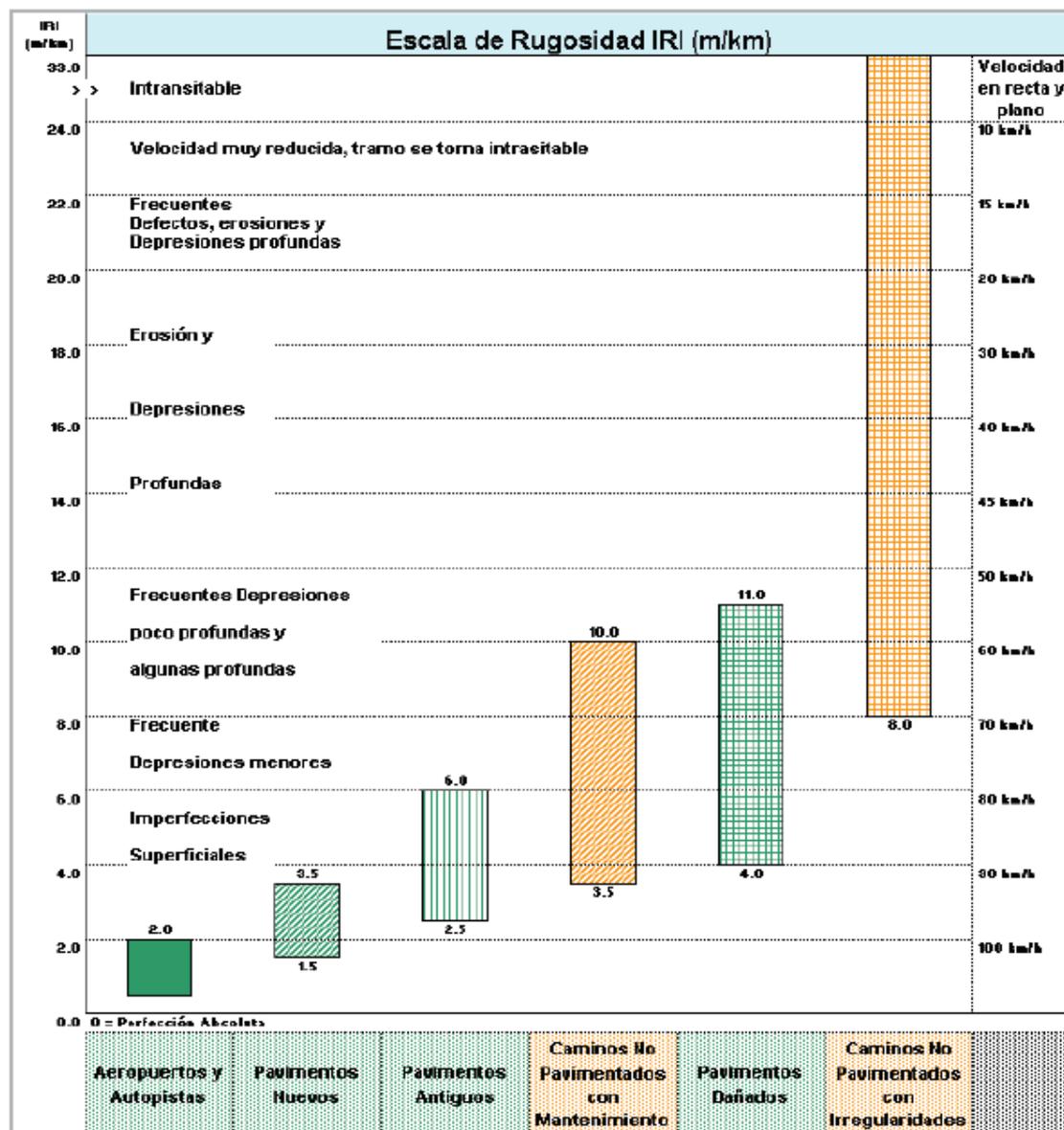


Figura 5: Escala y variación del Índice de Rugosidad (m/km)

Fuente: (MTC, 2014)

En el Perú, para el cálculo de la rugosidad se realizara de la mano con lo que establece el manual de Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Acorde con la clasificación que engloba el Banco Mundial los métodos para realizar el cálculo de la rugosidad se agrupa en 4 clases, como se menciona a continuación:

- Clase 1: estos son los métodos con mayor índice de exactitud (Mira y Nivel, TRRL Beam, perfilómetros estáticos).
- Clase 2: esta clase agrupa los métodos los cuales utilizan como fuente principal los perfilómetros dinámicos y estáticos, los cuales no

cumplen con todo los requisitos de exactitud para la Clase 1.

- Clase 3: en esta clase se emplean ecuaciones de relación para derivar sus resultados obtenidos a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter).
- Clase 4: esta clase se obtiene resultados sin una adecuada exactitud, los cuales se utilizan para conocer la rugosidad de manera global y a grandes rasgos.  
(Sayers, 1986)

A continuación en la Tabla N°2 se resume los distintos tipos que existen para el cálculo de la rugosidad.

Tabla 2: Equipos utilizados para la medición la rugosidad

Equipo	Grado de precisión	Implementación	Complejidad del equipo	Observaciones
Nivel y mira topográfica	Muy alto	Mediciones de perfil y calibración de equipos más complejos	Simple	Poco práctico y costos muy elevados para proyectos largos.
Dipstick	Muy alto	Mediciones de perfil y calibración de equipos más complejos	Muy Simple	Poco práctico y costos muy elevados para proyectos largos.
Perfilógrafos	Medio	Control de calidad y recepción de obras	Simple	No son prácticos para evaluar la condición a nivel de red.
Equipos tipo respuesta (RTRRMS)	Medio	Monitoreo de carreteras a nivel de red	Compleja	Los resultados no son transportables ni estables en el tiempo, pues dependen de la dinámica peculiar del movimiento del vehículo.
Perfilómetro inercial	Muy alto	Monitoreo de carreteras a nivel de red y recepción de proyectos viales	Muy Compleja	Equipo de alta precisión, cuyos resultados son transportables y estables en el tiempo. Se utiliza en redes viales grandes.

Fuente: (Badilla, 2011)

## 2.6 RUGOSIMETRO DE MERLIN

En Reino Unido, el organismo Transportes y Caminos fueron los primeros

en introducir y realizar el desarrollo del rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa el cual significa “una máquina para la evaluación de la rugosidad usando un instrumento de bajo costo”), para ello se basaron en el principio del perfilómetro estático, después de varios años de perfeccionamiento se logró elaborar un equipo con un bajo costo, fácil manejo y resultado con una gran precisión. (Athanasios, 1996)

Si bien el método MERLIN brindan resultados con gran exactitud, esto es únicamente superado por los método que se obtiene con el uso de equipos de topografía; pero estos presentan una deficiencia, el cual su rendimiento es mucho menor si se compara con los otros quipos de rugosidad dinámicos automatizados, tales como: el perfilómetro laser, el integrador de golpes (bump integrator) y otros.

Una de las desventajas que se presenta el MERLIN es la cantidad de tiempo que se emplea para la recopilación de datos de campo, ya que cuando se necesita determinar la rugosidad en tramos mayores a los 100 kilómetros este método no es muy recomendable.

El MERLIN es un equipo de diseño simple. La Figura 8 presenta un esquema ilustrativo del instrumento.

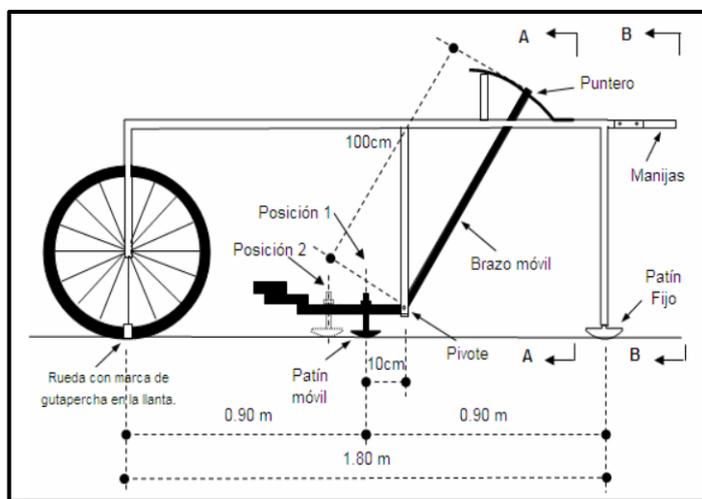


Figura 6: Esquema de Rugosímetro MERLIN

Fuente: (Del Águila, 1999)

## **2.7 EVALUACION DE PAVIMENTOS**

La objetividad en la evaluación de los pavimentos juega un papel clave, ya que las personas deben estar capacitadas para realizar las evaluaciones. Un modelo de evaluación que se ha clasificado para poder decir que se ha llevado a cabo una evaluación verdaderamente objetiva. (Tananta, 2016)

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido a la desviación propia de los criterios que se emplea en cada evaluación, por tal motivo se produce una variación entre lo que está expresado en las muestras y la realidad de campo.

Esta desviación se puede deber a las siguientes cuestiones:

- Variación de las unidades a evaluar, es posible que no sean las mismas unidades de muestra que se evaluarán.
- Distinto criterio al momento de evaluar cada muestra, esto se puede deber a una posible rehabilitación en ciertos puntos.

### **2.7.1 CURVA DE COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS**

Esta curva es la representación gráfica de la calidad que tiene un pavimento a lo largo de su vida funcional. Para lograr conocer el comportamiento funcional de un pavimento, es necesario conocer los antecedentes históricos de la vía como el clima, tipo de tránsito que circula, y todos los incidentes que sucedieron en un periodo determinado. Gracias al índice de la condición del pavimento y realizando una comparativa con el número de ejes equivalentes que soportó la vía, se puede determinar la medida de solución que se le puede dar para aumentar la vida útil, lo más común es que se requiera una rehabilitación para evitar que en el futuro se tenga que reconstruir todo un tramo. (Tananta, 2016)

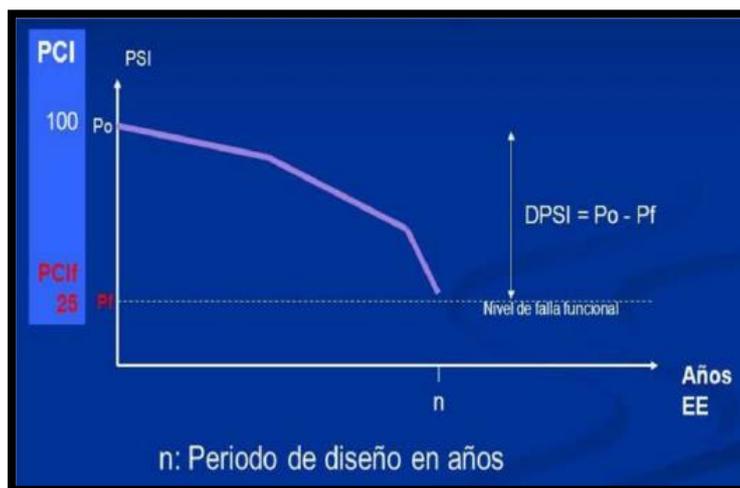


Figura 7: Grafica de la curva de deterioro del pavimento

Fuente: (Jugo, 2005)

En esta figura se puede observar cómo se comporta un pavimento en función a la cantidad de ejes equivalentes y al tiempo al que está sometido: y gracias a esta curva se puede tomar las medidas correctivas adecuadas con el fin de incrementar la vida útil del pavimento.

### 2.7.2 TIPOS DE EVALUACION DE PAVIMENTOS

La evaluación de los pavimentos brinda información de gran ayuda que puede ser utilizado en el diseño como también en el mantenimiento del pavimento, gracias a esto se puede determinar la medida correctiva que se empleara como la rehabilitación, mantenimiento o reconstrucción. A su vez esto nos permite tener una visión actual de la condición que se encuentra el pavimento, así también nos permite saber los gastos adicionales que puede provocar para los usuarios.

Hasta la fecha se conocen dos tipos de evaluaciones en pavimentos: la evaluación funciones que tiene por objetivo la evaluación de las cargas que soporta los pavimentos y la evaluación función la cual está relacionado con la experiencia que tiene el usuario cuando usa una vía determinada. (Badilla, 2011)

#### Evaluación Funcional

El propósito de la evaluación del pavimento funcional es reconocer aquellas deficiencias que están relacionadas principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento,

considerando todos aquellos factores que afectan negativamente la capacidad de servicio, la confiabilidad que brinda, los gastos que se generan; entre los más principales están los siguientes:

- La rugosidad
- Las fallas superficiales
- La pérdida de fricción

a. La rugosidad

La rugosidad se reconoce por todas las alteraciones en la superficie de rodadura de la vía el cual afecta el libre tránsito de los vehículos es decir en la calidad de servicio que perciben los que la utilizan. La rugosidad suele generar mucha incomodidad en los usuarios y pueden generar daños a los vehículos.

b. Las fallas superficiales

Se considera a todas las fallas que se pueden percibir en los pavimentos de forma visual y sin la necesidad de utilizar equipos para realizar su medición.

c. La pérdida de fricción:

La pérdida de fricción está relacionado con la protección y seguridad que se le brinda al usuario; esta pérdida suele ocasionar daños fatales cuando se transita a gran velocidad debido a que ocasiona fallas durante el frenado sobre todo en vías que tengan un poco radio de curvatura o con elevaciones inferiores al 6%. Esta pérdida de fricción se le conoce también como pulimiento de agregados lo cual es más grave cuando el pavimento se encuentra mojado. En varios países se emplean métodos especiales para calcular el nivel de patinaje de un vehículo como el ensayo de mancha de arena, péndulo dinámico y el ensayo de la mancha de grasa.

### **Evaluación Estructural**

El objetivo de la evaluación estructural del pavimento es determinar la capacidad de resistencia estructural que le queda a un pavimento. La falta de un buen diseño estructural provoca que el deterioro sea más rápido y se

presentan altos niveles de deformaciones y grietas, estas fallas no pueden ser recuperadas por una simple acción preventiva, para ellos se toman otras medidas.

Los motivos por los que un pavimento necesita ser reforzado se pueden deber a una o más de las siguientes causas que se muestran a continuación:

1. El pavimento está por cumplir o ya cumplió con su vida útil y esto se puede ver en la cantidad de ejes equivalentes los cuales alcanzaron al del diseño.

2. Se diseñó un espesor de carpeta muy por debajo al requerido y a su vez esto se puede deber a las siguientes causas:

- No se realizó un correcto estudio del tráfico.
- No se utilizaron los parámetros adecuados para su diseño tales como el espesor de las capas del pavimento no son las adecuadas, no hay un correcto sistema de drenaje, no se considera las juntas adecuadas con otros elementos, etc.

3. Calidad de la construcción, a pesar de que un pavimento esté diseñado de manera correcta, el mal proceso constructivo o el material empleado puede disminuir de forma considerable la capacidad estructural del pavimento.

4. Conservación, a pesar de que un pavimento esté bien diseñado y construido, si no se tiene en cuenta un correcto cuidado y si no se cuenta con un buen sistema de drenaje, esto ocasiona que su deterioro se produzca de formas más rápidas.

5. Fiscalización, las autoridades encargadas tienen la obligación de vigilar el buen uso del pavimento para el cual fue diseñado como el tipo de vehículos que transitarán ya que si se usan vehículos más pesados estos aumentarán de manera significativa las cargas.

## **2.8 METODO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)**

(Vásquez, 2002) Según Vásquez el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés). En la actualidad uno de los modelos de gestión vial disponible que califica de manera objetiva los pavimentos flexibles y rígidos es el PCI ya que esta constituye un método completo de evaluación.

La Metodología del PCI consta de los siguientes objetivos:

- a) Obtener el nivel de serviciabilidad, el estado actual en el que se encuentra el pavimento y conocer los daños visibles.
- b) Determinar el indicador el cual otorgue relacionar mediante un punto de vista el comportamiento y la condición del pavimento.
- c) Adquirir una pauta ecuánime la cual justifique el cronograma de mantenimiento y rehabilitación en las vías.
- d) Adquirir conocimientos importantes sobre las soluciones acogidas en los diseños de pavimentos, la evaluación y métodos de mantenimiento de pavimentos.

El Índice de Condición de Pavimento es un registro numérico que comprende desde cero, para los pavimentos en mal estado, hasta cien para aquellos que se encuentren en excelente estado. La Tabla 3 presenta los rangos del PCI con su debida clasificación correspondiente a la condición del pavimento.

Tabla 3: Rangos de clasificación del PCI

<b>Rangos de clasificación del PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
<b>100 – 85</b>	Excelente
<b>85 – 70</b>	Muy Bueno
<b>70 – 55</b>	Bueno
<b>55 – 40</b>	Regular
<b>40 – 25</b>	Malo
<b>25 – 10</b>	Muy Malo
<b>10 – 0</b>	Fallado

Fuente: (Vásquez, 2002)

El PCI se estima a base de los datos obtenidos mediante un inventario visual a cerca de la condición del pavimento las cuales fijan la severidad, la cantidad y la clase de los diferentes daños que se encuentren. Este método es desarrollado para adquirir un índice integral de la estructura del pavimento y la operatividad de la superficie del mismo. Los datos obtenidos de campo, mediante el inventario visual brinda una noción que permite identificar las fallas y la relación que presentan estas con el clima o las cargas. (Vásquez, 2002).



Tabla 4: Extensión de unidades de muestreo en pavimentos flexibles

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestra (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: (Vásquez, 2002)

- b. Las vías que presentan pavimentos rígidos con extensión de las losas menor a 7.60 metros. El área de la unidad de muestra deberá estar en el rango de  $20 \pm 8$  losas.

### **Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación**

El autor (Vásquez, 2002) explica que en un proceso de “Evaluación De Una Red” vial Se obtendrá muchas unidades de muestra, la evaluación de las mismas solicitará el empleo de recursos y tiempo, por lo cual el autor explica un proceso de muestreo.

Para la “Evaluación de un Proyecto” se tiene que evaluar todas las unidades de muestreo, no obstante, de no poder evaluar todas las muestras, la cantidad mínima que se evaluarán se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual nos brinda una estimación del PCI con un error de  $\pm 5$ , y una confiabilidad al 95%.

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $\sigma$ ) del PCI de 10 para pavimento flexibles (rango PCI de 25). En inspecciones posteriores se emplearán la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección anterior a la determinación de la cantidad mínima de unidades que

deberán analizarse.

Si la cantidad mínima de unidades de muestra a analizar es menor que cinco ( $n < 5$ ), se analizaran todas las muestras.

### **Selección de Unidad de Muestra para Inspección**

(Vásquez, 2002) Sugiere que las unidades de muestras seleccionadas estén separadas a lo largo de la vía a analizar de tal forma que la primera muestra se elija al azar, se la siguiente forma:

#### **a. El intervalo de muestreo (i) se halla según la Ecuación 2:**

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

Donde:

El número mínimo de unidades para evaluar es "n".

El número total de unidades de muestreo disponible "N".

El Intervalo de muestreo, "i". Se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 4.7 se redondea a 4)

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

Si  $i = 4$ , la unidad de muestreo inicial que se evaluara estará entre 1 y 4. Las unidades de muestreo a evaluarse se identificarán:  $(S), (S + 1), (S + 2), \text{ etc.}$

Prosiguiendo con el ejemplo, si la unidad de muestreo inicial seleccionada para analizar es 3 y el intervalo de muestreo (i) es 4, las siguientes unidades de muestreo que se evaluarán serían 7, 11, 15, 19, etc.

No obstante, para proyectos de rehabilitación se solicitan cantidades exactas de daños, por lo que cada una de las unidades de muestra serán analizadas.

### **Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:**

Durante el proceso de inspección se encuentran unidades de muestra en muy mal estado, las cuales por el método de inspección fueron excluidas,

siendo esto un inconveniente para la correcta aplicación del método. Así mismo pasa con unidades de muestra las cuales solo presentan un daño, por ejemplo “Fisura de borde” resulten insertadas de forma no apropiada en el muestreo aleatorio.

Una forma de eludir lo mencionado anteriormente, durante la inspección se tendrá que fijar cualquier unidad de muestreo inusual y analizarla como una “unidad adicional”, de tal forma que dejara de ser una “unidad representativa o aleatoria”. Una vez ocurrido el procedimiento anterior, el cálculo del PCI es modificado sutilmente y de esta forma prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la vía analizada.

#### Evaluación de la Condición:

El modo de proceder cambia dependiendo del tipo de pavimento a analizar. Debe cumplirse rigurosamente la descripción de las fallas según el procedimiento en mención para adquirir un valor confiable del PCI.

La determinación de la clase de condición incluye la siguiente postura:

- a. Equipo.
  - Odómetro manual que permita medir las longitudes y áreas de los daños.
  - Cinta métrica que permita definir las profundidades de las depresiones y ahuellamientos.
  - Hojas de registro apropiado para tomar apuntes del levantamiento en campo de los daños del PCI.
- b. Método de aplicación  
Se explora una unidad de muestreo en la cual se evalúa la cantidad, tipo y nivel de severidad de los daños que se encuentren, dicha información se enumera en las hojas de registro correspondiente. Se deberá de conocer y cumplir rigurosamente los procedimientos y definiciones de medición de los daños. Se usará una “hoja de información de exploración de la condición” en la cual se registrará cada unidad de muestreo.
- c. El equipo que se encargará de la inspección deberá proceder su desplazamiento con todas las medidas de seguridad en la vía a inspeccionar, se contará con equipos de advertencia y seguridad para el personal y el vehículo que se encuentre llevando a cabo la inspección.

## 2.9.2. CALCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Una vez terminado el trabajo de campo, la información recolectada de las fallas se utilizará para determinar el PCI. La determinación de “Valores Deducidos” podrá ser computarizado o manualmente de cada falla dependiendo de la severidad y la cantidad recogidas de campo.

Determinación para superficies de pavimentos flexibles:

### **Etapa 1. Cálculo de “Valores Deducidos”:**

1.a) Realizar la suma de cada tipo y nivel de severidad de las fallas y registrar en la columna TOTAL del formato PCI, ver Figura N°8. Cada falla tiene una forma diferente de medirse: área, longitud o por número.

1.b) Dividir la CUANTIA de cada tipo de falla, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestra y represente el resultado obtenido en porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad de estudio.

1.c) Determinar mediante las curvas “Valor Deducido del Daño”, el VALOR DEDUCIDO para cada clase de falla y su nivel de severidad, cuyas tablas se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

### **Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos**

**(m)**

2.a) Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” son mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2.b) Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2.c) Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad \dots (Ec. 3)$$

Donde:

El Número máximo admisible de “valores deducidos”, tomando en cuenta la fracción, para la unidad de muestreo i, es  $m_i$ .

El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ , será  $HDV_i$ .

2.d) El número de valores individuales deducidos se reduce a “m”, incluso la fracción. Si se tiene menos valores deducidos que “m” se utilizan todos los que se obtenga.

### **Etapas 3. Determinación del “Máximo Valor Deducido Corregido” o “CDV”.**

El máximo “CDV” se obtiene mediante la siguiente metodología:

- 3.a) Calcular la cantidad de valores deducidos, “q”, mayores que 2.
- 3.b) Calcular el “Valor Deducido Total” adicionando TODOS los valores deducidos individuales.
- 3.c) Determine el “CDV” con “q” y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección dependiendo del tipo de pavimento.
- 3.d) Reducir a 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2 y repetir las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- 3.e) El máximo “CDV” es el mayor de los “CDV” calculados en este proceso.

### **Etapas 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.**

La Figura 9 presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de determinación del “Máximo Valor Deducido Corregido”, “CDV”.

PAVEMENT CONDITION INDEX												
FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO												
No.	Valores Deducidos									Total	q	CDV
1												
2												
3												
4												

Figura 9: Formato para las iteraciones del cálculo del CDV

Fuente: (Vásquez, 2002)

### 2.9.3. DETERMINACION DEL PCI EN UNA SECCION DE PAVIMENTO

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

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \dots (Ec. 4)$$

Donde:

$PCI_S$ : PCI de la sección del pavimento.

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

$PCI_A$ : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

$N$ : Número total de unidades de muestreo en la sección.

$A$ : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### 2.9 FALLAS EN LOS PAVIMENTOS

Las fallas o deterioros se clasifican teniendo en cuenta su origen: superficiales o estructurales.

Como resultado tenemos cuatro categorías:

- Fisuras y grietas
- Deformaciones superficiales
- Desprendimientos.
- Afloramientos o movimientos de material.



Figura 10: Resumen de fallas en pavimentos flexibles

Fuente: (Rodríguez, 2009)

Los desprendimientos y afloraciones son producto de fallas funcionales y como tales se presentan en las capas superiores del pavimento. Los agrietamientos o roturas y deformaciones dan indicios de fallas estructurales y se presentan en las capas inferiores del pavimento.

### 2.9.1 FALLAS SUPERFICIALES

Son aquellos defectos que se manifiestan en la superficie del pavimento, y son medibles sin la necesidad de equipos especiales. Estos defectos tienen una importancia relativa en la serviciabilidad del pavimento, sin embargo, su detección oportuna es importante debido a que permite prevenir el posible desencadenamiento de un deterioro acelerado y/o establecer un diagnóstico más preciso de las causas que originan el deterioro. (Thenoux, 2012)

Es importante, por lo tanto, efectuar un adecuado reconocimiento y cuantificación de estas fallas. Esto se realiza mediante una inspección visual empleando fichas diseñadas especialmente para este efecto. Estas fichas según la importancia del proyecto pueden ser elaboradas con diferentes grados de detalle.

## 2.9.2 FALLAS ESTRUCTURALES

Son fallas graves, ya que involucran al paquete estructural, se originan cuando se produce la falla estructural en una o varias capas del pavimento, lo que ocasiona el rompimiento del mismo.

Estos deterioros afectan significativamente la capacidad de soportar las solicitaciones para las cuales fue diseñado inicialmente el pavimento, tales como: cargas impuestas por el tráfico y condiciones ambientales. Estas fallas pueden detectarse por simple inspección visual, aunque en algunos casos se hace necesario realizar ensayos destructivos y/o ensayos no destructivos. (Gamboa, 2012)

La Figura 13, muestra un esquema de clasificación de los métodos de evaluación estructural.

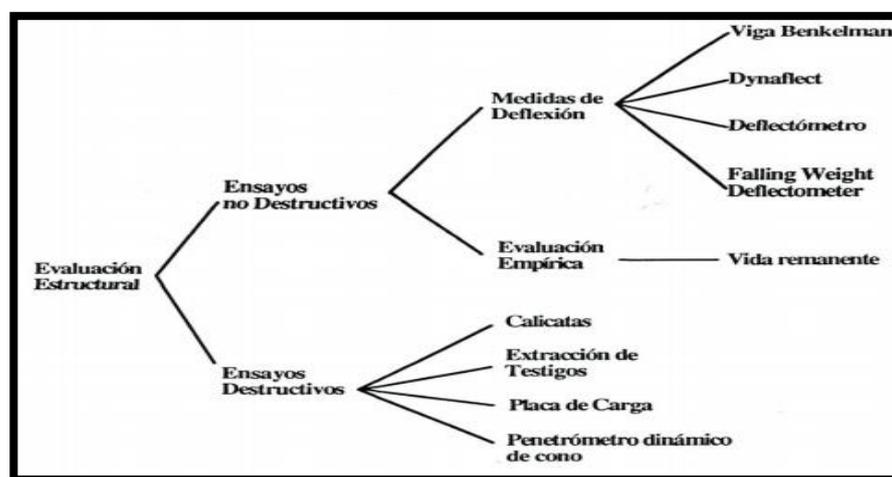


Figura 11: Clasificación de Métodos para la Evaluación Estructural de un Pavimento

Fuente: (Thenoux, 2012)

## 2.10 FALLAS SEGÚN EL METODO PCI EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

El método PCI considera las siguientes fallas en el pavimento flexible:

A continuación, se describen las fallas en pavimentos flexibles consideradas en el método PCI, señalando los tres niveles de severidad: Low (L), Medium (M) y High (H) correspondiente a cada tipo de falla y que representan los efectos que éstas tienen sobre la calidad del tránsito. Además, se indica la unidad de medida con la que las fallas deben ser evaluadas durante la inspección visual.

## 1. Piel de cocodrilo

Es una serie de fisuras a causa de la falla por fatiga de la carpeta asfáltica, bajo las cargas interconectadas causadas repetitivas del tráfico.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – Un nivel de severidad bajo en la falla piel de cocodrilo no presenta rotura de la carpeta asfáltica a lado de la grieta, es decir son grietas finas, delgadas y longitudinales las cuales no se encuentran interconectadas entre sí. Ver Figura 12-a
- **Nivel de severidad Medio (M)** –Grietas que se encuentran levemente descascarada, interconectada entre sí. Ver Figura 12-b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** –Grietas definidas, intercomunicadas y descascarándose los bordes. Ver figura 12-c.
- **Medición** – la medición de esta falla es en metros cuadrados del área afectada.

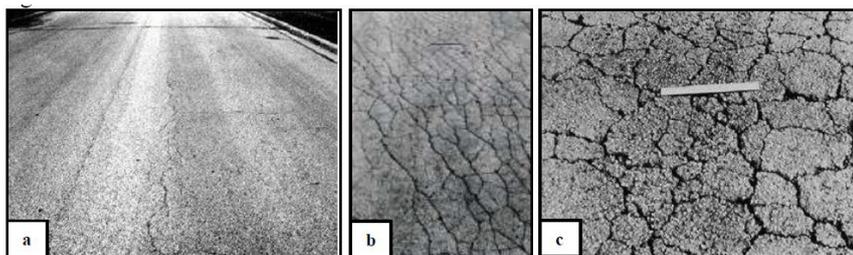


Figura 12: Piel de cocodrilo con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 2. Exudación

Esta falla es generada por un exceso de asfalto en la mezcla asfáltica, es una película del material bituminoso en la superficie de la carpeta asfáltica.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – La exudación ha ocurrido solo en un grado muy leve y es detectable solo durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o vehículos. Ver Figura 13-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – La exudación se ha producido hasta un punto en el que el asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos solo durante unas pocas semanas del año. Ver Figura 13-b.

- **Nivel de Severidad Alto (H)** – La exudación ha ocurrido extensamente y grandes cantidades de asfalto se adhieren a los zapatos y vehículos por lo menos varias semanas al año. Ver Figura 13-c.
- **Medición** – Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada. Si se cuenta la exudación, el pulido agregado no debe contarse.



Figura 13: Exudación con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

### 3. Agrietamiento en bloque

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – Bloques definidos por grietas de baja severidad, definidos para grietas longitudinales y transversales. Ver figura 14.a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Bloques definidos por grietas de severidad media. Ver figura 14.b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** – Bloques definidos por grietas de alta severidad. Ver figura 14.c.
- **Medición** – Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada. Generalmente, solo hay un nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga un nivel de severidad diferente se deberá medir y registrar por separado.

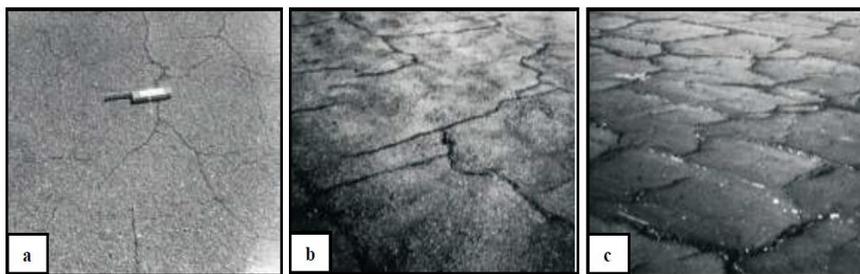


Figura 14: Agrietamiento en Bloque con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

#### 4. Abultamientos y hundimientos

Los abultamientos son ligeros desplazamientos hacia arriba ubicados en la superficie de la vía. Mientras que los hundimientos son desplazamientos abruptos hacia abajo de la superficie de la vía.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – Los abultamientos y/o los hundimientos generan una calidad de tránsito de severidad baja, por lo cual, ciertas vibraciones se sienten dentro del vehículo al pasar por el área defectuosa, sin embargo no es necesario disminuir la velocidad por precaución o comodidad. Las protuberancias o hundimientos individuales, o ambos, hacen que el vehículo genere pequeños saltos, pero causan poca molestia. Ver Figura 15-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Los abultamientos y/o hundimientos generan una calidad de tránsito de severidad media, por lo cual, se perciben vibraciones considerables dentro del vehículo al sobrepasar por el área afectada y es necesario disminuir la velocidad por precaución y comodidad. Ver Figura 15-b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** – Los abultamientos y/o hundimientos generan una calidad de tránsito de severidad alta. Las vibraciones del vehículo son tan frecuentes y altas que es necesario disminuir considerablemente la velocidad por precaución y comodidad. Esta falla hace que el vehículo rebote excesivamente, generando una gran incomodidad, comprometiendo con la seguridad y es un alto potencial que puede ocasionar daños severos al vehículo. Ver Figura 15-c.

- **Medición** – Se miden en pies lineales (o metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tráfico y están espaciados a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el bulto ocurre en combinación con una grieta, también se registra.

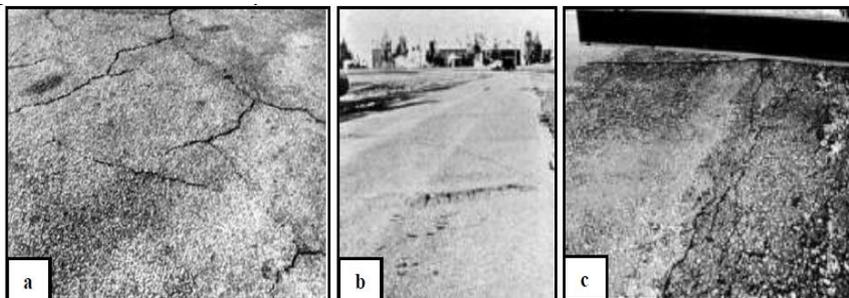


Figura 15: Abultamientos y hundimientos con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

## 5. Corrugación

La corrugación es una serie de ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3.00 m) a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares al sentido del tránsito.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – No tienen una consecuencia importante en la calidad de rodaje. Ver figura 16-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Producen un efecto medio en la calidad de rodaje. Ver Figura 16-b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** – Producen un efecto negativo muy marcado en la calidad de rodaje. Ver Figura 16-c.
- **Medición** – La corrugación es medida en metros cuadrados.



Figura 16: Corrugación con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

## 6. Depresión

Las depresiones son áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor. Las depresiones son visibles cuando el agua se empoza dentro de ellas después de la caída de lluvia, o, a través de las manchas causadas por el agua empozada, en caso de superficies secas.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – Posee una altura entre 13 a 25 mm. Ver Figura 17-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Posee una altura entre de 25 a 50 mm. Ver Figura 17-b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** – Posee una altura más de 50 mm. Ver Figura 17-c.
- **Medición** – Las depresiones son medidas en metros cuadrados.

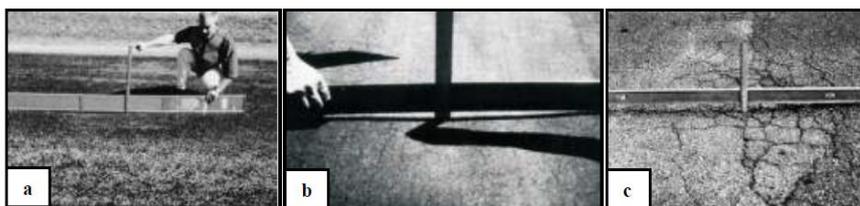


Figura 17: Depresión con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

## 7. Grieta de borde

Son grietas paralelas al borde externo del pavimento, que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.50m de éste.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – Grietas de baja severidad sin disgregación. Ver Figura 18-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Grietas de media severidad con algo de disgregación y rotura de los bordes. Ver Figura 18-b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** – Considerable rotura de borde y disgregación en las grietas. Ver Figura 18-c.
- **Medición** – Las fisuras de borde se mide en metros lineales.

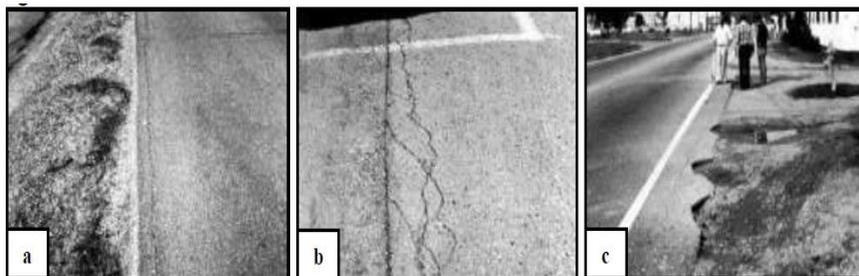


Figura 18: Grieta de Borde con distintos niveles de severidad

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 8. Grietas de reflexión de junta (de losas de concreto de Cemento Portland)

Las fisuras de reflexión de junta ocurren solamente en pavimentos mixtos: pavimentos de superficie asfáltica (flexible) construidos sobre una losa de concreto (rígido). No se consideran fisuras de reflexión de otros tipos de base como bases estabilizadas con cemento o cal.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material de sello. Ver Figura 19-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm; b) sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm., rodeada de grietas adyacentes pequeñas; c) Fisura rellena de cualquier ancho, rodeada de fisuras adyacentes pequeñas. Ver Figura 19-b.
- **Nivel de Severidad Alto (H)** – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) Cualquier fisura rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta; b) fisura sin relleno de más de 76.0 mm de ancho; c) fisura de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas. Ver Figura 19-c.
- **Medición** – Las grietas de reflexión conjunta se miden en metros lineales. La longitud y el nivel de severidad de cada fisura se deben identificar y registrar por separado.
- Si hay un abultamiento en la grieta de reflexión, también debe registrarse.

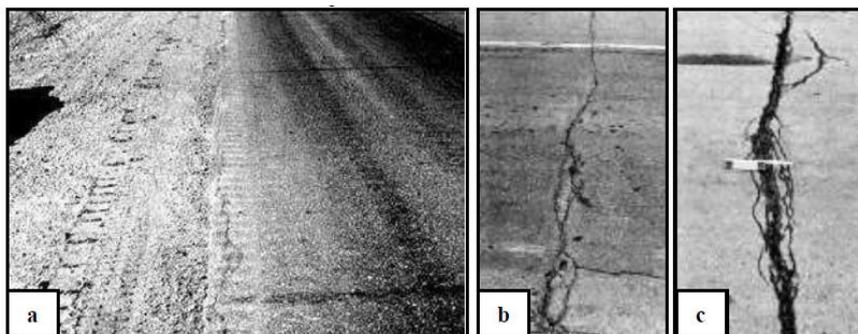


Figura 19: Grieta de Reflexión de Junta con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

## 9. Desnivel carril / berma

El desnivel carril-berma es la diferencia de elevación (niveles) entre el borde del pavimento y la berma.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – La variación de las elevaciones entre el pavimento y la berma oscila entre 25 milímetros y menor a 51 milímetros. Ver figura 20-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – La variación de las elevaciones entre el pavimento y la berma oscila entre 51 milímetros y menor a 102 milímetros. Ver figura 20-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – La variación de las elevaciones entre el pavimento y la berma es mayor a 102 milímetros. Ver figura 20-c.
- **Medición** – se mide en metros lineales.

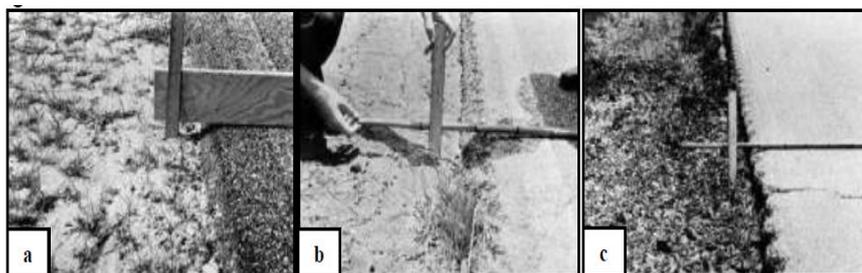


Figura 20: Desnivel de carril/berma con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 10. Grietas longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Las grietas transversales, en cambio,

son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección que fue construida.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – para ser considerada en este rango se debe cumplir una de estas condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor que 10 milímetros; b) fisura con relleno de ancho variable y este material debe estar en buenas condiciones. Ver figura 21-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – para ser considerada en este rango se debe cumplir una de estas condiciones: a) fisura sin relleno con un ancho entre 10 y 76 milímetros; b) fisura sin relleno con un ancho hasta 76 milímetros, el cual está rodeada de pequeñas grietas; c) fisura de cualquier ancho el cual presenta grietas en su borde. Ver figura 21-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – para ser considerada en este rango se debe cumplir una de estas condiciones: a) fisura no necesariamente rellena, el cual está rodeada por grietas pequeñas de severidad media o alta; b) fisura sin relleno un ancho mayor a 76 milímetros; c) fisura de cualquier ancho; el pavimento que está alrededor presenta múltiples fracturas de alta gravedad. Ver figura 21-c.
- **Unidad de medida** – Se mide en metros lineales; si la fisura no presenta el mismo nivel de severidad en toda su longitud, se deberá tomar nota de forma independiente.

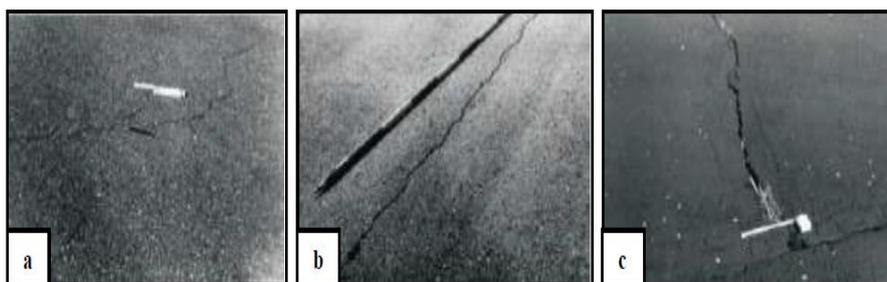


Figura 21: Grietas de distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 11. Parcheo y acometidas de servicios públicos

Un parche es un área del pavimento, el cual por encontrarse en un mal estado ha tenido que ser reemplazado por un nuevo pavimento. Los parches de acometidas de servicios públicos se refieren a todos aquellos trabajos que se hacen para la instalación de servicios básicos, como agua, desagüe, electricidad, telefonía y otros.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – El parche está en buena condición y es satisfactorio. El impacto que produce en el tránsito es bajo. Ver figura 22-a.
- **Nivel de severidad Media (M)** – El parche está moderadamente deteriorado. El impacto que produce en el tránsito es medio. Ver figura 22-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – El parche está muy deteriorado. El impacto que produce en el tránsito es alto. Se necesita una inmediata sustitución. Ver figura 22-c.
- **Medición** – se mide en metros cuadrados, si un solo parche tiene distintos niveles de severidad, se deberá registrar por separado.

Cualquier otro tipo de falla que se encuentre en el parche no deberá ser registrada; sin embargo, se considerará el efecto que se genere en el parche para calcular su nivel de gravedad.

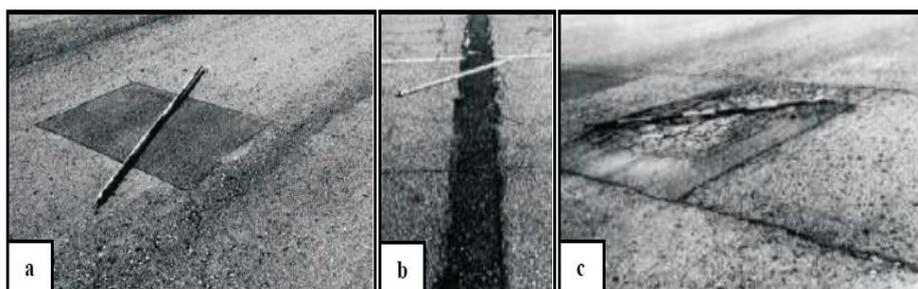


Figura 22: Parches con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

## 12. Pulimiento de agregados

El pulimiento de agregados es la pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento esto ocurre cuando los agregados pierden su rugosidad y se vuelven suaves con realizar una inspección con la mano.

Para este tipo de falla no está establecido, para identificarlo este daño debe ser claramente visible con el tacto.

- **Medición** – se mide en metros cuadrados. Si la zona a evaluar presenta exudación, solo se deberá procesar esta falla y ya no el pulimiento de agregados.



Figura 23: Pulimiento de agregados sin clasificación de severidad definido.

Fuente: (Vásquez, 2002)

### 13. Huecos

Los baches son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento con un diámetro menor a 90 centímetros.

Para clasificar los huecos por su severidad se debe tener en cuenta el diámetro y profundidad de los mismos, tal como se detalla en la Tabla N°5.

Si su diámetro de la ranura es mayor de 762 milímetros, el área se deberá medir en metros cuadrados y dividirse por (0,47 m<sup>2</sup>), este procedimiento se realiza para calcular el número de orificios equivalentes. Y si la profundidad del bache es menor o igual a 25 milímetros, para los orificios se consideran de gravedad media. Por ultimo si la profundidad es superior a 25 milímetros, la gravedad se considera alta.

Tabla 5: Nivel de severidad para huecos

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

Fuente: (ingepav, 2002)

- **Medición-** Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

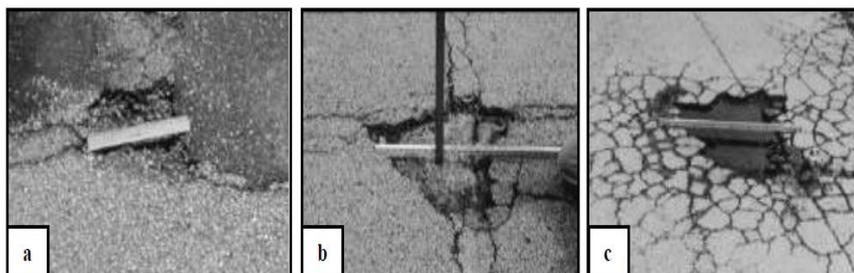


Figura 24: Huecos con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

#### 14. Cruce de vía férrea

- La principal característica de esta falla son los efectos de abultamiento o hundimiento que se pueden generar en la zona del cruce de la vía férrea.
- **Nivel de severidad Bajo (L)** – se considera en este rango cuando el cruce de vía férrea genera un impacto de tránsito bajo. Ver figura 27-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – se considera en este rango cuando el cruce de vía férrea genera un impacto de tránsito medio. Ver figura 27-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – se considera en este rango cuando el cruce de vía férrea genera un impacto de tránsito alto. Ver figura 27-c.
- **Medición** –se miden en metros cuadrados o pies cuadrados.



Figura 25. Cruce de vía férrea con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

#### 15. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua que se genera en la zona donde transitan las ruedas de los vehículos.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – las marcas provenientes de las ruedas de los vehículos oscila entre 6 y 13 milímetros. Ver figura 26-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – las marcas que generan las ruedas de los vehículos oscila entre 13 y 25 milímetros. Ver figura 26-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – La las marcas provenientes de las marcas de los vehículos son mayores a 25 milímetros. Ver figura 26-c.
- **Medición** – se miden en metros cuadrados.

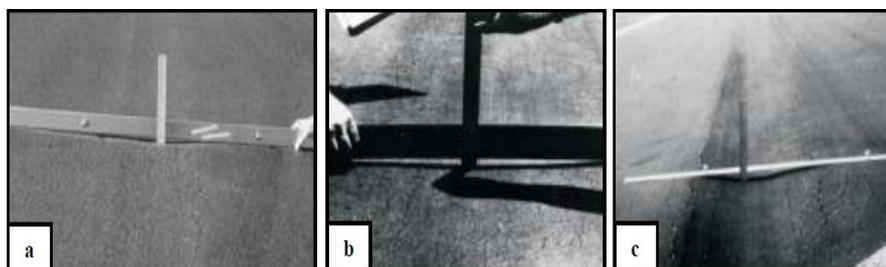


Figura 26: Ahuellamiento con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 16. Desplazamiento

El desplazamiento se produce por las altas cargas de tránsito y es un corrimiento longitudinal y permanente en un área específica.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – se considera en este rango cuando el desplazamiento genera un impacto de tránsito bajo. Ver figura 27-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – se considera en este rango cuando el desplazamiento genera un impacto de tránsito medio. Ver figura 27-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – se considera en este rango cuando el desplazamiento genera un impacto de tránsito alto. Ver figura 27-c.
- **Medición** –se miden en metros cuadrados.

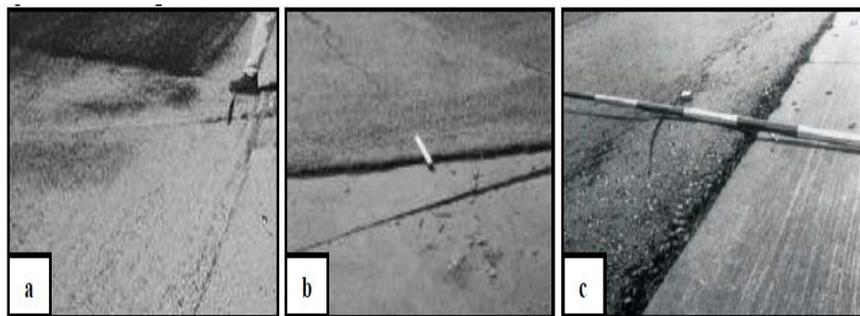


Figura 27: Desplazamiento con distintos niveles de severidad.

Fuente: (ingepav, 2002)

### 17. Grieta parabólica

Esta falla tiene la particularidad de presentar rajaduras mayores a los 1 centímetros en forma de media luna.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – la grieta presenta un ancho promedio menor a 10 milímetros. Ver figura 28-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – puede considerarse en este rango si: a) el ancho promedio de la fisura es  $\geq 10$  y  $< 40$  mm; b) el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de otras fisuras. Ver figura 28-b.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – puede considerarse en este rango si: a) la grieta tiene un ancho mayor a los 40 milímetros; b) al área que está alrededor de la grieta presenta fracturas en ciertas zonas removibles. Ver figura 28-a.
- **Medición** – se miden metros cuadrados y se clasifica en base al mayor porcentaje de severidad que presente.

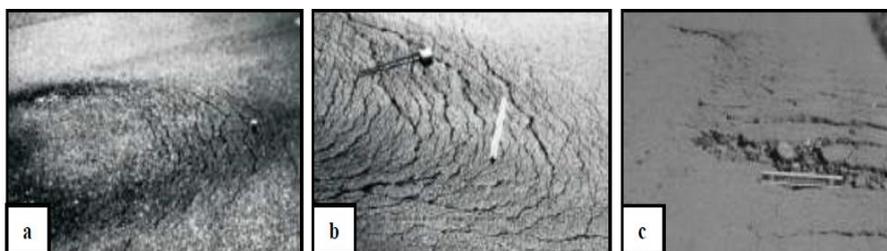


Figura 28: Grietaa parabólica con distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 18. Hinchamiento

La característica principal del hinchamiento es un pandeo hacia la parte superior del pavimento; estas mismas presentan un largo mayor a los 3 metros lineales.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – se considera en este rango cuando el área con hinchamiento genera un impacto de tránsito bajo.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – se considera en este rango cuando el área con hinchamiento genera un impacto de tránsito medio.
- **Nivel de severidad Alto (H)** – se considera en este rango cuando el área con hinchamiento genera un impacto de tránsito alto.
- **Medición** –se mide en metros cuadrados.



Figura 29: Hinchamiento severidad alta.

Fuente: (ingepav, 2002)

## 19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

La peladura es la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del aglutinante de asfalto y también se pierde la arena que contiene la carpeta asfáltica.

- **Nivel de severidad Bajo (L)** – es cuando el agregado de la carpeta comienza a desprenderse. En ciertas zonas de la vía existen lagunas. En cuanto a los derrames, las manchas de aceite son visibles, sin embargo la superficie es compacta, razón por la cual no se puede penetrar con una moneda. Ver figura 30-a.
- **Nivel de severidad Medio (M)** – Comienza a desprenderse aún más los agregados. La textura en de la carpeta asfáltica comienza a presentar rugosidad y huecos pequeños. En cuanto a los

derrames de aceite, la carpeta es suave y ya se puede penetrar con una moneda. Ver figura 30-b.

- **Nivel de severidad Alto (H)** – El desprendimiento del agregado es muy notorio y grave. La carpeta asfáltica presenta una textura muy rugosa y con bastantes huecos. Las áreas huecas tienen menos de 10 mm de diámetro y menos de 13 mm de profundidad; Las áreas huecas más grandes que estas se consideran fallas de tipo irregular. En cuanto a los derrames de aceite, el aglutinante de asfalto pierde su propiedad vinculante y se pierde el agregado. . Ver figura 30-c.
- **Medición** –Se realiza en metros cuadrados.

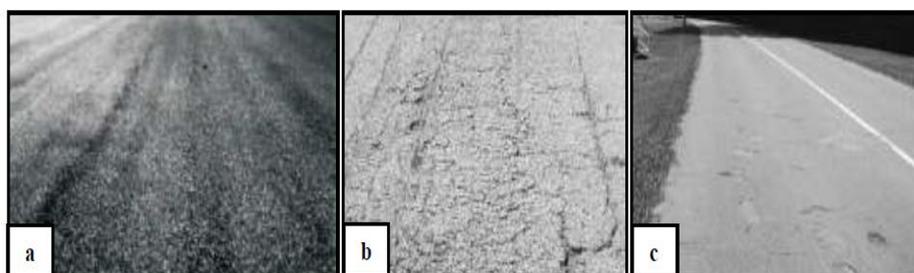


Figura 30: Peladura con los distintos niveles de severidad.

Fuente: (Vásquez, 2002)

## 2.11 DEFINICION DE TERMINOS

**PCI:** El (MTC y Provías Nacional, 2013) indica que el Índice de Condición de Pavimentos (PCI), representa la condición del pavimento en forma numérica, cuyo rango fluctúa entre 0 y 100. Se califica con (0) a la peor condición posible, y 100 a la mejor posible

**Evaluación de la Condición del Pavimento:** Según (MTC y Provías Nacional, 2013), es una descripción verbal de la condición del pavimento como una función del valor del PCI que varía de “Fallado” a “Excelente”.

**Deterioros del Pavimento:** Según (MTC y Provías Nacional, 2013), es un indicador externo del proceso del deterioro causado por la carga, factores ambientales, o deficiencias en el proceso constructivo, o una combinación de estos. Los deterioros típicos son grietas o fisuras, ahuellamientos, y envejecimiento (oxidación) de la superficie del pavimento.

**Red de Pavimento:** (Rodríguez, 2009) define que es el conjunto de pavimentos a ser administrados, es una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o una avenida, es una red de pavimento.

**Tramo de pavimento:** (Rodríguez, 2009) define un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado.

**Sección del Pavimento:** (Rodríguez, 2009), indica que es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

**Unidad de muestra del pavimento:** (Rodríguez, 2009), define que Una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m<sup>2</sup>, si el pavimento no es exactamente divisible entre 2500 o para acomodar condiciones de campo específicas.

**Muestra al azar:** (Rodríguez, 2009), define como unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio.

**Fallas del pavimento:** (Rodríguez, 2009), los define como Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas de tráfico, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas.

## Capítulo 3: MARCO METODOLOGICO

### 3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

El tipo de investigación que se realizara es de carácter descriptivo-correlacional, ya que se explicará las diferentes fallas que existan en el pavimento analizado.

El nivel de la investigación es descriptivo con enfoque cuantitativo, ya que se describirán las fallas encontradas, así mismo cuantificaremos los daños y calificaremos mediante una escala de severidad el estado actual de la vía.

### 3.2 POBLACION Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

Según el plan de desarrollo urbano correspondiente la ciudad de Tacna del año 2014-2023, Tacna presenta un total de 133.85 kilómetros de vías urbanas pavimentadas, de estas mismas el 73.49% se encuentran en un óptimo estado de conservación mientras que el 26.43% se encuentra en regular estado y el 0.07% se encuentra en pésimo estado.

La Av. Soldado Estanislao Córdor tiene una longitud de 5.60 km y para la presente investigación se evaluara desde la Avenida N° 8 hasta la Avenida Los Molles comprendiendo una distancia total de 1.15 km.

Tabla 6: Estado de conservación vial-Tacna

<b>Conservación</b>	<b>N° Tramos</b>	<b>Longitud (km)</b>	<b>%</b>
<b>Bueno</b>	68	98,37	73,49%
<b>Regular</b>	74	35,38	26,43%
<b>Malo</b>	1	0,1	0,07%
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>133,85</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Municipalidad Provincial de Tacna

La muestra se tomará en forma representativa, lo que significa que el muestreo no es probabilístico a criterio del investigador, y para efectos de esta investigación se tomara los proyectos y vías más recientes en su construcción y que tienen series deficiencias superficiales de deterioro.

### 3.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

En la investigación se desarrollarán los siguientes trabajos:

- Recopilación de la información de campo
- Recopilación de Expedientes de la Obra
- Recopilación de información de procesos constructivos utilizados
- Procesamiento de los datos obtenidos

La información se analizará de la siguiente manera:

- Se analizará las principales causas que han provocado que en pavimento se deteriore en su superficie.
- Se analizará la influencia en el tránsito vehicular y peatonal que produce el deterioro de la superficie de la carpeta asfáltica.
- Se analizará la antigüedad de las obras y desde cuándo se han empezado a deteriorar la superficie de la carpeta asfáltica.

### 3.4 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

#### 3.4.1 DETERMINACION DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCION

La vía se dividirá en secciones o “unidades de muestreo”: Según la Tabla 4, para un ancho de 7.20m la longitud de muestreo será de 31.99 m  $\approx$  32 m.

- La unidad de muestreo deberá estar en el rango de  $230.00 \pm 93.00$  m<sup>2</sup>.
- La longitud total de la vía a evaluar es de 1050 m, es decir un área de 7560 m<sup>2</sup>.
- Las unidades de muestras con las que trabajamos tienen un área de 288 m<sup>2</sup>, encontrándose en el rango permitido. Con una longitud de 40 m.
- Según la Ecuación 01, obtenemos un total de 26.25 muestras.
- El intervalo de muestreo según la Ecuación 02 nos da como resultado analizar cada dos unidades de muestra.



Figura 31: Toma de medidas de las unidades de muestra.

### 3.5 AMBITO DE INFLUENCIA

#### 3.5.1 GENERALIDADES

El desarrollo de la presente investigación tiene por objetivo conocer el estado real en el que se encuentra la Avenida Soldado Estanislao y determinar las causantes de los posibles daños, el cual es una vía pública que es usada frecuentemente por autos particulares y vehículos menores.

El primer paso en la presente tesis: **“EVALUACIÓN DEL DETERIORO SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA DE LA AVENIDA SOLDADO ESTANISLAO CONDOR ENTRE LA AVENIDA Nº 8 Y LA AVENIDA LOS MOLLES, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA ,2018”** inicia con el reconocimiento a profundidad de la zona a evaluar, identificando el estado del pavimento en función al criterio que toma el inspector (método visual), luego a esto se realizara la evaluación de la vía mediante el uso del método PCI, el cual se detallara a profundidad en los próximos capítulos con el fin de obtener el Índice de Condición del Pavimento y por último se llegara a las conclusiones respectivas.

#### 3.5.2 ANTECEDENTES

El diagnóstico poblacional del distrito Crnl. Gregorio Albarracín

Lanchipa, según el censo del 2007 (INEI, 2007) tiene una población es de 68.989 habitantes, se toma como referencia la tasa de crecimiento del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa que es de 2.4 %. En general, la población se intensificó en el distrito después del terremoto de 2001, ya que muchas familias quedaron sin hogar en otros sectores de la ciudad de Tacna debido a la pérdida total de sus hogares, y el gobierno propuso su reubicación en el cono sur de la ciudad; del mismo modo, ha habido una migración de otras regiones vecinas, generando el crecimiento actual de la población. En cuántos servicios básicos tienen el área disponibilidad de saneamiento básico, como agua potable, alcantarillado o eliminación de excretas, electricidad, telefonía, servicio de recolección de basura, servicio de alumbrado público, servicios de transporte público, proximidad a servicios de salud, entre otros. En términos de accesibilidad a los servicios educativos en el área, existen varias instituciones educativas de gestión pública, la población tiene acceso a este importante servicio para lograr su desarrollo futuro al ingresar a la población económicamente activa. La población accede al servicio educativo dentro de la distancia ideal del transporte público según la tabla de disponibilidad de servicios del Anexo SNIP 09, que indica que la distancia del transporte público no debe ser superior a 0,80 km. Lo cual es cierto en el área de influencia. Sin embargo, las vías a través de las cuales los medios de tránsito generalmente están en malas condiciones porque son todos de calibre, a su vez, ya que no hay aceras, es que la población en edad escolar sufre contaminación del aire, deterioro de la ropa y zapatos; Además, la señalización para su desplazamiento no es adecuada, esto no garantiza la seguridad de la ruta.

### **3.5.3 UBICACIÓN**

La Avenida Soldado. Estanislao Cándor donde se realizará el presente estudio, está ubicado entre la Avenida N° 8 y el ovalo Los Molles, en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

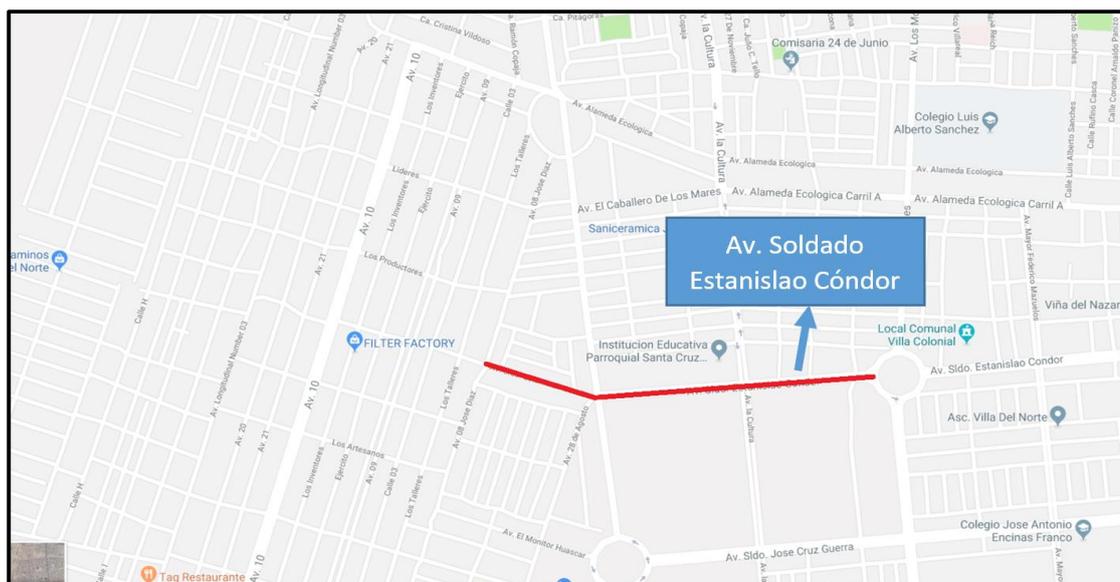


Figura 32: Ubicación de la Av. Soldado Estanislao

Fuente: Google Maps

La zona de trabajo se encuentra ubicada en:

DEPARTAMENTO	: Tacna
PROVINCIA	: Tacna
DISTRITO	: Gregorio Albarracín Lanchipa

La zona de trabajo tiene como linderos:

Por el Norte	: Avenida Ecológica.
Por el Sur	: Av. Soldado José Cruz Guerra.
Por el Este en Paralelo	: Ovalo Los Molles
Por el Oeste en Paralelo	: Av. N° 8.

### 3.5.4 AREA Y PERIMETRO

La zona a evaluar tiene una longitud de 1050 metros y un área total de 7560 m<sup>2</sup> por carril, el cual contempla dos carriles, de sentido sur a norte y norte a sur. En cuanto al ancho de la calzada es casi fijo con unas variaciones mínimas que mide aproximadamente 7.20 metros, mientras que el ancho de berma es variable en toda el área a investigar.



Figura 33: Vista completa de la zona a evaluar

Fuente: Propia

### **3.5.5 DESCRIPCION DEL OBJETO DE INVESTIGACION**

La avenida a evaluar presenta un ancho de 7.20 metros, esta misma tiene 02 carriles con un ancho de 3.60 metros en ambos sentidos de la vía respectivamente, esta avenida fue inaugurada en abril del 2017 y por el escaso tiempo de uso se observa un daño alto; es por ello que se decidió realizar la presente investigación con el fin de determinar las causas que llevaron a este deterioro prematuro.

## **Capítulo 4: RESULTADOS**

### **4.1 DETERMINACION DEL INDICE DE ESTADO DEL PAVIMENTO (PCI)**

En el siguiente capítulo se explicarán los datos obtenidos en campo durante la inspección visual de fallas en la Av. Soldado Estanislao, en ambos carriles. Así también como el Índice de Condición del Pavimento para cada unidad de muestra estudiada.

Posteriormente se adjuntarán el panel fotográfico de todas fallas encontradas en el Anexo A.

#### 4.1.1 ANALISIS Y RESULTADOS DEL CARRIL IZQUIERDO- TRAMO 01

Tabla 7: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-01 del carril izquierdo - Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA Av. Soldado Estanislao Condor			PROGRESIVA INICIAL 00 + 000			UNIDAD DE MUESTRA U-01			SECCIÓN Tramo 01		
EJECUTOR Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			PROGRESIVA FINAL 00 + 040			ÁREA DE MUESTRA 288 m <sup>2</sup>			FECHA 09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	V. D.
19	L	221.40							221.40	76.88	17
1	L	13.80	1.55						15.35	5.33	22
13	L	6.00							6.00	2.08	30
19	M	4.02	2.32						6.34	2.20	9
4	H	3.10							3.10	1.08	34

Fuente: Propia

Tabla 8: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-01

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	34	30	22	17	9	-	-	-	112	5	58
2	34	30	22	17	2	-	-	-	105	4	59
3	34	30	22	2	2	-	-	-	90	3	58
4	34	30	2	2	2	-	-	-	70	2	52
5	34	2	2	2	2	-	-	-	42	1	42

MAX V.D. C. 59

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 41 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 9: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-03 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 080			U-03			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 120			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	V. D.
13	L	5.00						5.00	1.74	26	
11	M	3.40						3.40	1.18	10	
1	L	4.25	1.94					6.19	2.15	17	
19	L	224.90						224.90	78.09	17	

Fuente: Propia

Tabla 10: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-03

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	26	17	17	10	-	-	-	-	70	4	40
2	26	17	17	2	-	-	-	-	62	3	39
3	26	17	2	2	-	-	-	-	47	2	36
4	26	2	2	2	-	-	-	-	32	1	32

MAX V. D. C. 40

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 60 = BUENO

Fuente: Propia

Tabla 11: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-05 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA Av. Soldado Estanislao Condor			PROGRESIVA INICIAL 00 + 160			UNIDAD DE MUESTRA U-05			SECCIÓN Tramo 01		
EJECUTOR Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			PROGRESIVA FINAL 00 + 200			ÁREA DE MUESTRA 288 m <sup>2</sup>			FECHA 09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
4	H	3.57					3.57	1.24	38		
2	M	4.44	3.80				8.24	2.86	6		
4	L	3.50					3.50	1.22	4		
7	M	20.30					20.30	7.05	20		
10	M	5.03					5.03	1.75	5		

Fuente: Propia

Tabla 12: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-05

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	38	20	6	5	4	-	-	-	73	5	38
2	38	20	6	5	2	-	-	-	71	4	37
3	38	20	6	2	2	-	-	-	68	3	42
4	38	20	2	2	2	-	-	-	64	2	46
5	38	2	2	2	2	-	-	-	46	1	45

MAX V.D. C. 46

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 54 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 13: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-07 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 240			U-07			Tramo 01		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 280			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
9	M	13.20						13.20	4.58	6
2	M	2.70	2.45					5.15	1.79	5
7	H	20.00						20.00	6.94	20
19	L	208.60						208.60	72.43	17
4	H	3.57						3.57	1.24	38
4	L	4.50						4.50	1.56	5

Fuente: Propia

Tabla 14: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-07

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	38	20	17	6	5	5	-	-	91	6	45
2	38	20	17	6	5	2	-	-	88	5	46
3	38	20	17	6	2	2	-	-	85	4	48
4	38	20	17	2	2	2	-	-	81	3	49
5	38	20	2	2	2	2	-	-	66	2	48
6	38	2	2	2	2	2	-	-	48	1	48

MAX V. D. C. 49

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 51 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 15: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-09 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -												
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.												
HOJA DE REGISTRO												
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO												
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN			
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 320			U-09			Tramo 01			
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA			
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 360			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018			
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento			
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica			
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento			
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados			
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
4	H	3.57	2.45					6.02	2.09	38		
2	M	3.65	2.16					5.81	2.02	5		
19	L	205.80						205.80	71.46	16		
13	L	7.00						7.00	2.43	34		
11	M	9.00						9.00	3.13	18		
7	M	12.52						12.52	4.35	10		

Fuente: Propia

Tabla 16: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-09

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	38	34	18	16	10	5	-	-	121	6	58
2	38	34	18	16	10	2	-	-	118	5	62
3	38	34	18	16	2	2	-	-	110	4	64
4	38	34	18	2	2	2	-	-	96	3	61
5	38	34	2	2	2	2	-	-	80	2	58
6	38	2	2	2	2	2	-	-	48	1	48

MAX V.D. C. 64

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 36 = MALO$$

Fuente: Propia

Tabla 17: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-11 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 400			U-11			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguía Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 440			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
13	L	4.00					4.00	1.39	23		
2	M	2.47	1.95				4.42	1.53	5		
13	L	6.00					6.00	2.08	27		
2	M	3.40	6.68	5.90			15.98	5.55	7		
4	M	3.57					3.57	1.24	14		
19	M	198.90					198.90	69.06	16		

Fuente: Propia

Tabla 18: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-11

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	27	23	16	14	7	5	-	-	92	6	44
2	27	23	16	14	7	2	-	-	89	5	46
3	27	23	16	14	2	2	-	-	84	4	48
4	27	23	16	2	2	2	-	-	72	3	46
5	27	23	2	2	2	2	-	-	58	2	44
6	27	2	2	2	2	2	-	-	37	1	37

MAX V.D. C. 48

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 52 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 19: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-13 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 480			U-13			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 520			288 m2			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
2	M	4.42	3.48					7.90	2.74	3	
9	M	12.25						12.25	4.25	6	
13	L	6.00						6.00	2.08	27	
2	M	3.25	1.82					5.07	1.76	2	
7	M	25.95						25.95	9.01	14	

Fuente: Propia

Tabla 20: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-13

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	27	14	6	3	2	-	-	-	52	5	24
2	27	14	6	3	2	-	-	-	52	4	28
3	27	14	6	2	2	-	-	-	51	3	32
4	27	14	2	2	2	-	-	-	47	2	34
5	27	2	2	2	2	-	-	-	35	1	34

MAX V.D. C. 34

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 66 = BUENO$$

Fuente: Propia

Tabla 21: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-15 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA Av. Soldado Estanislao Condor			PROGRESIVA INICIAL 00 + 560			UNIDAD DE MUESTRA U-15			SECCIÓN Tramo 01		
EJECUTOR Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			PROGRESIVA FINAL 00 + 600			ÁREA DE MUESTRA 288 m <sup>2</sup>			FECHA 09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
19	L	215.80						215.80	74.93	17	
2	M	8.65	6.25					14.90	5.17	9	
13	L	6.00						6.00	2.08	27	
4	M	3.20	2.40					5.60	1.94	18	

Fuente: Propia

Tabla 22: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-15

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	27	18	17	9	-	-	-	-	71	4	40
2	27	18	17	2	-	-	-	-	64	3	42
3	27	18	2	2	-	-	-	-	49	2	37
4	27	2	2	2	-	-	-	-	33	1	34

MAX V. D. C. 42

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 58 = BUENO$$

Fuente: Propia

Tabla 23: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-17 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 640			U-17			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 680			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
19	L	198.50					198.50	68.92	16		
13	L	4.00					4.00	1.39	23		
2	M	4.10	3.85				7.95	2.76	6		
4	H	3.57	2.45				6.02	2.09	38		

Fuente: Propia

Tabla 24: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-17

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	38	23	16	6	-	-	-	-	83	4	47
2	38	23	16	2	-	-	-	-	79	3	51
3	38	23	2	2	-	-	-	-	65	2	48
4	38	2	2	2	-	-	-	-	44	1	46

MAX V.D. C. 51

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 49 = REGULAR$$

Fuente: Propia

Tabla 25: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-19 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 720			U-19			Tramo 01		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 760			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
2	M	6.42	10.48					16.90	5.87	10
9	M	25.30						25.30	8.78	8
13	L	6.00						6.00	2.08	27
11	M	7.20						7.20	2.50	18

Fuente: Propia

Tabla 26: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-19

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	27	18	10	8	-	-	-	-	63	4	36
2	27	18	10	2	-	-	-	-	57	3	37
3	27	18	2	2	-	-	-	-	49	2	38
4	27	2	2	2	-	-	-	-	33	1	33

MAX V.D. C. 38

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 62 = BUENO$$

Fuente: Propia

Tabla 27: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-21 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 800			U-21			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguía Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 840			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
19	L	180.20						180.20	62.57	16	
2	M	4.26	5.62					9.88	3.43	6	
13	L	4.00						4.00	1.39	23	
7	M	24.17						24.17	8.39	35	

Fuente: Propia

Tabla 28: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-21

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	35	23	16	6	-	-	-	-	80	4	46
2	35	23	16	2	-	-	-	-	76	3	49
3	35	23	2	2	-	-	-	-	62	2	46
4	35	2	2	2	-	-	-	-	41	1	42

MAX V.D. C. 49

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 51 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 29: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-23 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 880			U-23			Tramo 01		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 920			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
2	M	6.87	4.22					11.09	3.85	8
13	L	6.00						6.00	2.08	30
4	M	4.15						4.15	1.44	15
19	L	210.55						210.55	73.11	14

Fuente: Propia

Tabla 30: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-23

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	30	15	14	8	-	-	-	-	67	4	38
2	30	15	14	2	-	-	-	-	61	3	39
3	30	15	2	2	-	-	-	-	49	2	35
4	30	2	2	2	-	-	-	-	36	1	38

MAX V.D. C. 39

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 61 = BUENO

Fuente: Propia

Tabla 31: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-25 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 960			U-25			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			01 + 000			288 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
4	L	2.40					2.40	0.83	4		
2	M	2.25	4.68				6.93	2.41	6		
7	M	11.24					11.24	3.90	10		
4	H	3.00	2.50				5.50	1.91	41		

Fuente: Propia

Tabla 32: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-25

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	41	10	6	4	-	-	-	-	61	4	34
2	41	10	6	2	-	-	-	-	59	3	38
3	41	10	2	2	-	-	-	-	55	2	41
4	41	2	2	2	-	-	-	-	47	1	47

MAX V.D. C. 47

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 53 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 33: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-27 del carril izquierdo de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			01 + 040			U-27			Tramo 01		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			01 + 050			72 m <sup>2</sup>			09 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
2	L	3.42	2.48					5.90	8.19	3	
11	L	5.27						5.27	7.32	13	
13	L	2.00						2.00	2.78	32	
2	M	4.22	2.41					6.63	9.21	8	

Fuente: Propia

Tabla 34: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-27

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	32	13	8	3	-	-	-	-	56	4	30
2	32	13	8	2	-	-	-	-	55	3	35
3	32	13	2	2	-	-	-	-	49	2	36
4	32	2	2	2	-	-	-	-	38	1	38

MAX V.D. C. 38

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 62 = BUENO$$

Fuente: Propia

#### 4.1.2 ANALISIS Y RESULTADOS DEL CARRIL DERECHO- TRAMO 02

Tabla 35: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-29 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 040			U-29			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alangua Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 080			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Piel de Cocodrilo</li> <li>2. Exudación</li> <li>3. Fisuras en Bloque</li> <li>4. Abultamientos y hundimientos</li> <li>5. Corrugación</li> <li>6. Depresión</li> <li>7. Fisura de Borde</li> <li>8. Fisura de Reflexión de Junta</li> <li>9. Desnivel Carril/Berma</li> <li>10. Fisuras Longitudinales y transversales</li> <li>11. Parcheo</li> <li>12. Pulimiento de Agregados</li> <li>13. Huecos</li> <li>14. Cruce de Via Férrea</li> <li>15. Ahuellamiento</li> <li>16. Desplazamiento</li> <li>17. Grieta Parabólica</li> <li>18. Hinchamiento</li> <li>19. Desprendimiento de Agregados</li> </ul>										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
2	M	3.60	9.45					13.05	4.53	10
4	H	3.57						3.57	1.24	38
19	L	175.40						175.40	60.90	16

Fuente: Propia

Tabla 36: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-29

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	38	16	10	-	-	-	-	-	64	3	41
2	38	16	2	-	-	-	-	-	56	2	42
3	38	2	2	-	-	-	-	-	42	1	42

MAX V.D. C. 42

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 58 = BUENO

Fuente: Propia

Tabla 37: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-31 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 120			U-31			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 160			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Piel de Cocodrilo</li> <li>2. Exudación</li> <li>3. Fisuras en Bloque</li> <li>4. Abultamientos y hundimientos</li> <li>5. Corrugación</li> <li>6. Depresión</li> <li>7. Fisura de Borde</li> <li>8. Fisura de Reflexión de Junta</li> <li>9. Desnivel Carril/Berma</li> <li>10. Fisuras Longitudinales y transversales</li> <li>11. Parcheo</li> <li>12. Pulimiento de Agregados</li> <li>13. Huecos</li> <li>14. Cruce de Via Férrea</li> <li>15. Ahuellamiento</li> <li>16. Desplazamiento</li> <li>17. Grieta Parabólica</li> <li>18. Hinchamiento</li> <li>19. Desprendimiento de Agregados</li> </ul>										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
11	M	7.20					7.20	2.50	16	
4	H	3.57					3.57	1.24	38	
19	L	150.45					150.45	52.24	16	
2	M	4.12	2.32				6.44	2.24	5	
10	L	7.00	3.21				10.21	3.55	4	

Fuente: Propia

Tabla 38: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-31

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	38	16	16	5	4	-	-	-	79	5	41
2	38	16	16	5	2	-	-	-	77	4	44
3	38	16	16	2	2	-	-	-	74	3	47
4	38	16	2	2	2	-	-	-	60	2	44
5	38	2	2	2	2	-	-	-	46	1	46

MAX V.D. C. 47

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 53 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 39: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-33 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 200			U-33			Tramo 02		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 240			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	V. D.
4	M	4.30	3.85					8.15	2.83	21	
11	L	8.32						8.32	2.89	15	
19	L	160.60						160.60	55.76	16	

Fuente: Propia

Tabla 40: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-33

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	21	16	15	-	-	-	-	-	52	3	33
2	21	16	2	-	-	-	-	-	39	2	29
3	21	2	2	-	-	-	-	-	25	1	25

MAX V.D. C. 33

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 67 = BUENO

Fuente: Propia

Tabla 41: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-35 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA Av. Soldado Estanislao Condor			PROGRESIVA INICIAL 00 + 280			UNIDAD DE MUESTRA U-35			SECCIÓN Tramo 02		
EJECUTOR Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			PROGRESIVA FINAL 00 + 320			ÁREA DE MUESTRA 288 m <sup>2</sup>			FECHA 16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
4	M	2.60	2.20					4.80	1.67	18	
11	L	7.20						7.20	2.50	6	
2	M	6.25	1.36					7.61	2.64	6	
13	L	7.00						7.00	2.43	30	
7	M	11.80	40.00					51.80	17.99	20	

Fuente: Propia

Tabla 42: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-35

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	30	20	18	6	6	-	-	-	80	5	41
2	30	20	18	6	2	-	-	-	76	4	43
3	30	20	18	2	2	-	-	-	72	3	46
4	30	20	2	2	2	-	-	-	56	2	42
5	30	2	2	2	2	-	-	-	38	1	38

MAX V.D. C. 46

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 54 = REGULAR

Fuente: Propia

Tabla 43: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-37 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 360			U-37			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 400			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
2	M	1.29	3.55				4.84	1.68	5	
19	L	140.20					140.20	48.68	14	
13	L	4.00					4.00	1.39	23	

Fuente: Propia

Tabla 44: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-37

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	23	14	5	-	-	-	-	-	42	3	26
2	23	14	2	-	-	-	-	-	39	2	29
3	23	2	2	-	-	-	-	-	27	1	27

MAX V.D. C. 29

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$$PCI = 71 = MUY BUENO$$

Fuente: Propia

Tabla 45: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-39 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 440			U-39			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 480			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
4	M	2.20	1.45					3.65	1.27	14
1	L	4.88	3.24					8.12	2.82	20
13	L	3.00						3.00	1.04	20
2	M	3.96	4.14					8.10	2.81	6

Fuente: Propia

Tabla 46: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-39

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	20	20	14	6	-	-	-	-	60	4	34
2	20	20	14	2	-	-	-	-	56	3	36
3	20	20	2	2	-	-	-	-	44	2	34
4	20	2	2	2	-	-	-	-	26	1	26

MAX V.D. C. 36

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 64 = BUENO

Fuente: Propia

Tabla 47: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-41 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -											
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.											
HOJA DE REGISTRO											
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO											
NOMBRE DE LA VIA			PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor			00 + 520			U-41			Tramo 02		
EJECUTOR			PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			00 + 560			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.	
13	L	2.00					2.00	0.69	18		
2	M	2.96	8.57				11.53	4.00	8		

Fuente: Propia

Tabla 48: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-41

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	18	8	-	-	-	-	-	-	26	2	19
2	18	2	-	-	-	-	-	-	20	1	20

MAX V.D. C. 20

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 80 = MUY BUENO

Fuente: Propia

Tabla 49: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-43 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 600			U-43			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 640			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
2	M	8.2	7.95				16.15	5.61	10	
19	L	175.80					175.80	61.04	15	
13	L	4.00					4.00	1.39	23	

Fuente: Propia

Tabla 50: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-43

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	23	15	10	-	-	-	-	-	48	3	30
2	23	15	2	-	-	-	-	-	40	2	31
3	23	2	2	-	-	-	-	-	27	1	27

MAX V. D. C. 31

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 69 = BUENO

Fuente: Propia

Tabla 51: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-45 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 680			U-45			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 720			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
19	L	142.5					142.50	49.48	14	
2	M	4.50	2.10				6.60	2.29	6	

Fuente: Propia

Tabla 52: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-45

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	14	6	-	-	-	-	-	-	20	2	16
2	14	2	-	-	-	-	-	-	16	1	16

MAX V.D. C. 16

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 84 = MUY BUENO

Fuente: Propia

Tabla 53: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-47 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 760			U-47			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguía Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 800			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
4	L	3.45	2.00					5.45	1.89	5
13	L	3.00						3.00	1.04	20
2	M	6.80	3.65					10.45	3.63	8

Fuente: Propia

Tabla 54: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-47

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	20	8	5	-	-	-	-	-	33	3	20
2	20	8	2	-	-	-	-	-	30	2	22
3	20	2	2	-	-	-	-	-	24	1	24

MAX V.D. C. 24

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 76 = MUY BUENO

Fuente: Propia

Tabla 55: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-49 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 840			U-49			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 880			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
19	L	16.20	25.80					42.00	14.58	8
13	L	5.00						5.00	1.74	25
2	M	4.10	5.90					10.00	3.47	6

Fuente: Propia

Tabla 56: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-49

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	25	8	6	-	-	-	-	-	39	3	24
2	25	8	2	-	-	-	-	-	35	2	26
3	25	2	2	-	-	-	-	-	29	1	29

MAX V.D. C. 29

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

PCI = 71 = MUY BUENO

Fuente: Propia

Tabla 57: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-51 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA		PROGRESIVA INICIAL			UNIDAD DE MUESTRA			SECCIÓN		
Av. Soldado Estanislao Condor		00 + 920			U-51			Tramo 02		
EJECUTOR		PROGRESIVA FINAL			ÁREA DE MUESTRA			FECHA		
Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla		00 + 960			288 m <sup>2</sup>			16 de Setiembre del 2018		
1. Piel de Cocodrilo		6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento		
2. Exudación		7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica		
3. Fisuras en Bloque		8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Via Férrea			19. Desprendimiento de Agregados		
5. Corrugación		10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
2	L	6.94	3.55				10.49	3.64	6	
19	L	120.30					120.30	41.77	12	
4	M	3.20	2.85				6.05	2.10	18	

Fuente: Propia

Tabla 58: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-51

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	18	12	6	-	-	-	-	-	36	3	22
2	18	12	2	-	-	-	-	-	32	2	25
3	18	2	2	-	-	-	-	-	22	1	22

MAX V. D. C. 25

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$PCI = 75 = MUY BUENO$

Fuente: Propia

Tabla 59: Hoja de datos de la unidad de muestreo U-53 del carril derecho de la Av. Soldado Estanislao

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO - PCI -										
CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.										
HOJA DE REGISTRO										
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO										
NOMBRE DE LA VIA Av. Soldado Estanislao Condor			PROGRESIVA INICIAL 01 + 000			UNIDAD DE MUESTRA U-53			SECCIÓN Tramo 02	
EJECUTOR Bach. Leslie Alanguia Quispe Bach. Diego Salas Casilla			PROGRESIVA FINAL 01 + 040			ÁREA DE MUESTRA 288 m <sup>2</sup>			FECHA 16 de Setiembre del 2018	
1. Piel de Cocodrilo			6. Depresión			11. Parcheo			16. Desplazamiento	
2. Exudación			7. Fisura de Borde			12. Pulimiento de Agregados			17. Grieta Parabólica	
3. Fisuras en Bloque			8. Fisura de Reflexión de Junta			13. Huecos			18. Hinchamiento	
4. Abultamientos y hundimientos			9. Desnivel Carril/Berma			14. Cruce de Vía Férrea			19. Desprendimiento de Agregados	
5. Corrugación			10. Fisuras Longitudinales y transversales			15. Ahuellamiento				
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	V. D.
13	L	2.00					2.00	0.69	18	
19	M	25.60					25.60	8.89	18	
4	L	4.20	3.85				8.05	2.80	8	

Fuente: Propia

Tabla 60: Resultado del PCI en la unidad de muestreo U-53

No.	Valores Deducidos								TOTAL	q	V. D. C.
1	18	18	8	-	-	-	-	-	44	3	28
2	18	18	2	-	-	-	-	-	38	2	28
3	18	2	2	-	-	-	-	-	22	1	22

MAX V.D. C. 28

Entonces:  $PCI = 100 - MAX V. D. C.$

$PCI = 72 = MUY BUENO$

Fuente: Propia

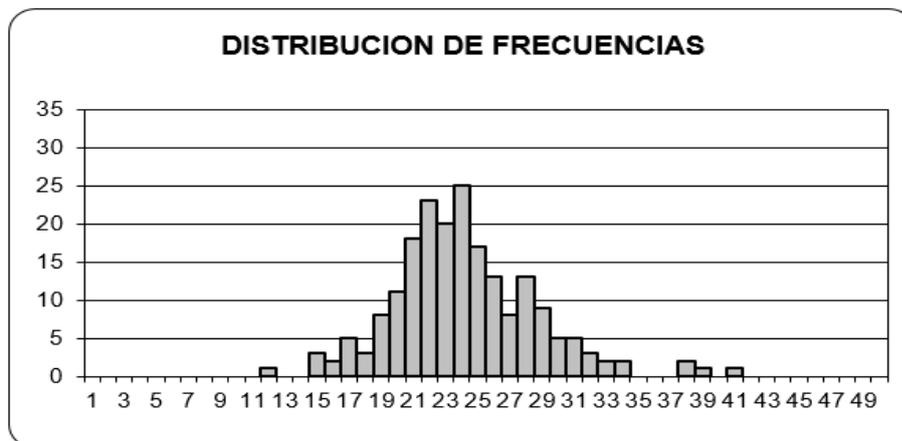
### 4.2 RESULTADOS OBTENIDOS DEL RUGOSIMETRO DE MERLÍN

Tabla 61: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 01

EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN												
PROYECTO	: Av. SOLDADO ESTANISLAO					N° ENSAYO	: 01					
SECTOR	: KM. 0+000- 0+400					FECHA	: 23.09.2018					
CARRIL	: IZQUIERDO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIPO DE PAVIMENTO	
1	13	30	27	23	23	19	28	39	32	28	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>
2	22	19	31	26	30	18	13	34	31	27	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>
3	29	26	27	30	32	23	22	12	24	28	BASE IMPRIMADA	<input type="checkbox"/>
4	23	28	25	29	24	27	21	27	26	29	TRAT. BI CAPA	<input type="checkbox"/>
5	25	27	28	31	24	27	25	25	28	30	CARPETA EN FRIO	<input checked="" type="checkbox"/>
6	21	29	31	29	30	31	29	20	33	29	CARPETA EN CALIENTE	<input type="checkbox"/>
7	25	23	29	30	32	28	27	27	32	26	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
8	20	27	10	33	34	26	24	30	23	29	SELLO	<input type="checkbox"/>
9	17	22	26	28	27	29	29	26	36	29	OTROS	<input type="checkbox"/>
10	22	30	32	24	25	25	28	26	28	30		
11	26	29	31	27	23	31	21	26	30	31		
12	22	26	27	23	31	25	29	25	30	31		
13	24	23	27	24	29	28	23	28	28	36		
14	27	19	29	33	27	26	30	29	34	35		
15	27	24	26	34	31	30	29	27	27	28		
16	23	20	22	32	30	32	22	29	28	20		
17	18	23	25	28	29	29	22	34	27	23		
18	26	20	21	21	27	26	28	29	30	30		
19	27	27	28	22	28	35	27	30	27	26		
20	28	25	25	25	17	30	29	36	26	32		

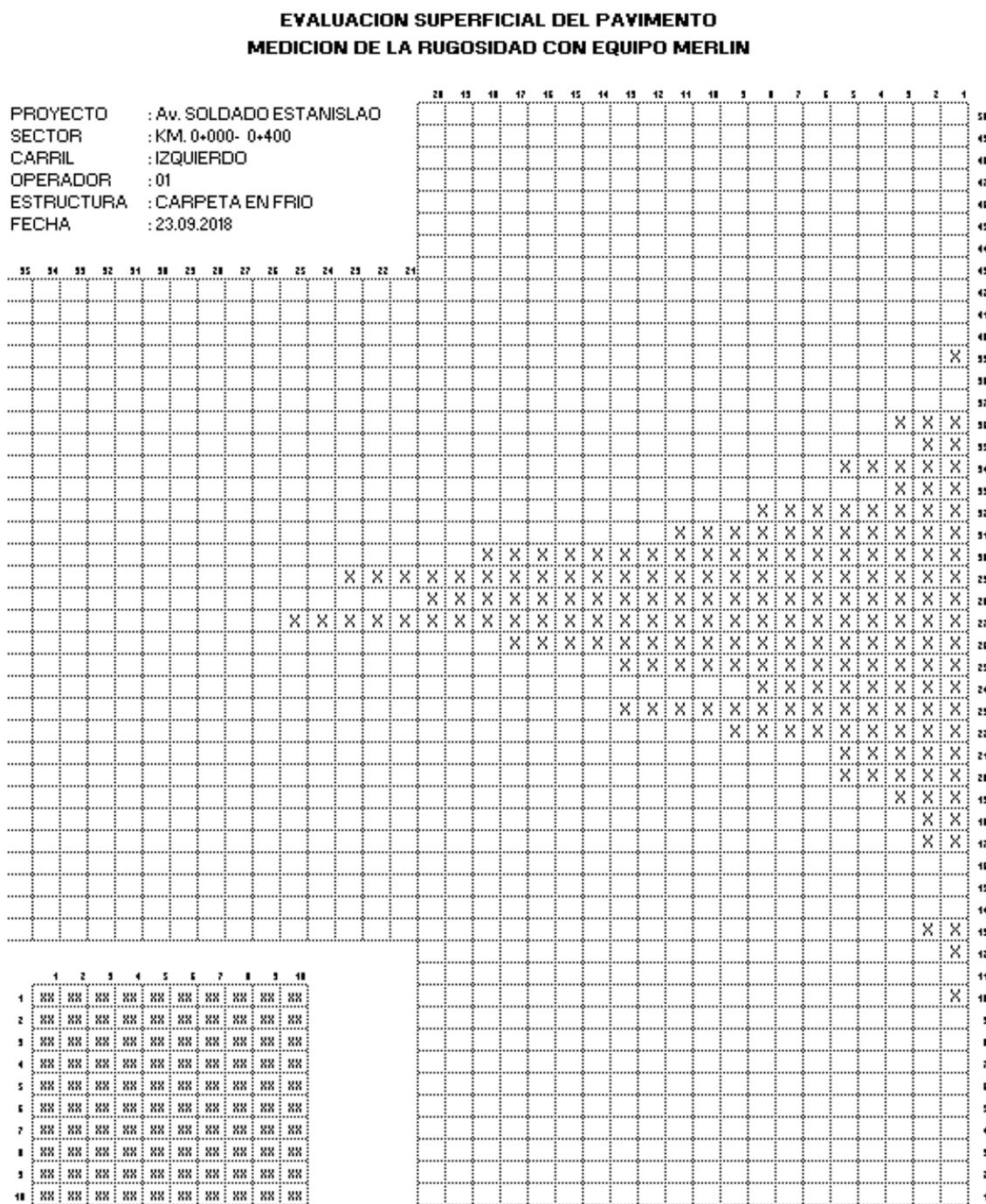
Fuente: Propia

Tabla 62: Distribución de frecuencias Carril Izquierdo – 01



Fuente: Propia

Tabla 63: Determinación de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 01



**DATOS DE ENTRADA**

Número de datos : 200  
 Datos Descartados : 20 (10 en cada extremo)  
 Relación de brazos : 1  
 Factor de corrección : 0.9381

**CALCULO DE RUGOSIDAD**

Rango "D" : 72.667  
 Rugosidad (m/Km) : 3.804 IRI

Fuente: Propia

Tabla 64: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Izquierdo – 02

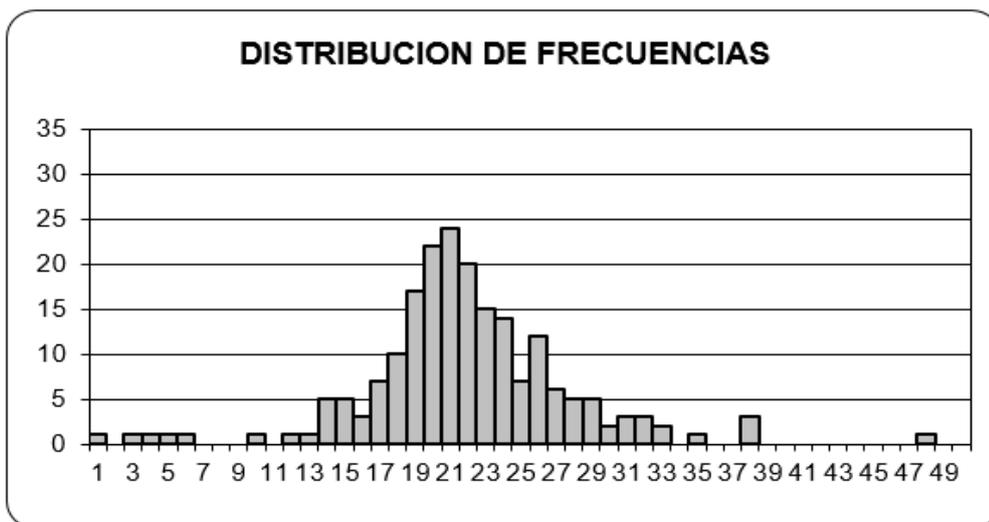
**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

PROYECTO : Av. SOLDADO ESTANISLAO      N° ENSAYO : 02  
 SECTOR : KM. 0+650 - 1+050              FECHA : 23.09.2018  
 CARRIL : IZQUIERDO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	21	31	13	28	30	26	18	29	27	29	TIPO DE PAVIMENTO
2	22	26	24	30	30	31	24	32	30	33	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
3	27	25	22	29	30	32	36	33	29	31	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
4	48	22	19	25	34	28	25	20	30	30	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
5	36	26	29	29	28	29	25	33	30	32	TRAT. BI CAPA <input type="checkbox"/>
6	32	24	31	28	28	29	29	23	28	29	CARPETA EN FRIO <input checked="" type="checkbox"/>
7	35	13	25	34	37	31	33	45	29	19	CARPETA EN CALIENTE <input type="checkbox"/>
8	37	34	47	25	28	20	33	31	31	30	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
9	33	28	20	36	30	3	24	23	30	37	SELLO <input type="checkbox"/>
10	32	29	13	26	29	16	30	22	29	31	OTROS <input type="checkbox"/>
11	28	25	25	38	33	41	27	37	29	31	
12	32	27	27	27	32	46	37	31	28	35	
13	33	29	23	18	31	31	26	30	28	32	
14	31	32	32	30	30	50	32	35	27	27	
15	27	24	29	32	34	30	31	32	23	23	
16	25	31	28	30	34	21	32	25	29	39	
17	32	28	27	26	30	27	28	25	29	30	
18	36	31	30	30	33	19	24	27	29	32	
19	28	33	31	30	31	31	34	30	31	32	
20	22	34	31	27	27	31	25	26	30	36	

Fuente: Propia

Tabla 65: Distribución de frecuencias Carril Izquierdo – 02



Fuente: Propia



Tabla 67: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 03

**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

PROYECTO : Av. SOLDADO ESTANISLAO N° ENSAYO : 03  
 SECTOR : KM. 0+000 - 0+400 FECHA : 23.09.2018  
 CARRIL : DERECHO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	24	25	27	26	24	20	29	27	29
2	22	26	24	24	26	20	24	32	30	33
3	27	25	22	28	26	21	26	33	29	31
4	26	22	24	25	28	28	25	20	30	30
5	25	26	26	29	27	29	25	33	30	32
6	27	24	25	28	26	29	29	23	28	29
7	26	25	25	34	24	31	27	28	29	25
8	24	26	24	25	28	20	28	31	31	26
9	22	28	22	24	30	23	24	23	30	24
10	25	29	24	26	29	22	30	22	29	26
11	28	25	25	25	27	24	27	25	29	26
12	32	27	27	27	26	29	28	31	28	25
13	33	29	23	25	26	26	26	30	28	24
14	31	32	32	30	27	25	32	28	27	27
15	27	24	29	28	28	28	31	32	23	23
16	25	31	28	30	25	21	32	25	29	20
17	23	28	27	26	24	27	28	25	29	25
18	24	31	30	30	27	25	24	27	29	24
19	26	33	31	30	26	27	34	30	25	28
20	22	34	31	27	27	26	25	26	26	26

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRAT. BI CAPA

CARPETA EN FRIO

CARPETA EN CALIENTE

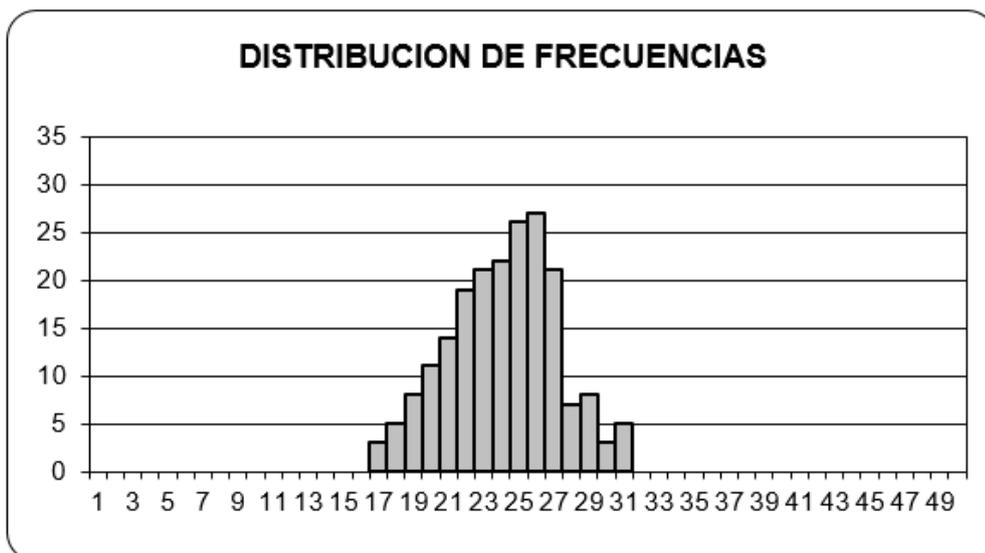
RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OTROS

Fuente: Propia

Tabla 68: Distribución de frecuencias Carril Derecho – 03



Fuente: Propia



Tabla 70: Datos de campo de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 04

**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
HOJA DE CAMPO PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN**

PROYECTO : Av. SOLDADO ESTANISLAD N° ENSAYO : 04  
 SECTOR : KM. 0+650 - 1+050 FECHA : 23.09.2018  
 CARRIL : DERECHO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	21	24	22	24	26	27	25	20
2	22	29	25	18	23	24	28	24	27	28
3	24	25	23	19	21	26	29	28	28	27
4	24	22	24	25	25	25	24	29	24	28
5	30	24	25	26	24	22	26	25	29	24
6	27	29	24	28	26	26	25	22	27	26
7	28	24	27	24	28	24	21	26	24	22
8	26	22	23	22	34	25	23	24	25	20
9	32	21	20	27	25	26	22	25	24	27
10	31	29	25	28	24	28	23	26	22	29
11	32	28	24	24	26	29	21	28	28	28
12	28	22	28	25	25	25	27	29	29	28
13	24	25	26	27	27	27	25	25	24	27
14	34	24	24	28	25	24	26	27	26	25
15	25	22	23	24	25	28	28	29	27	25
16	22	21	22	25	24	24	24	32	28	24
17	23	22	24	21	28	31	24	24	22	21
18	24	20	26	22	24	28	25	31	23	25
19	28	26	25	24	25	31	26	28	24	30
20	27	27	26	25	21	27	25	31	22	29

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMADA

TRAT. BI CAPA

CARPETA EN FRIO

CARPETA EN CALIENTE

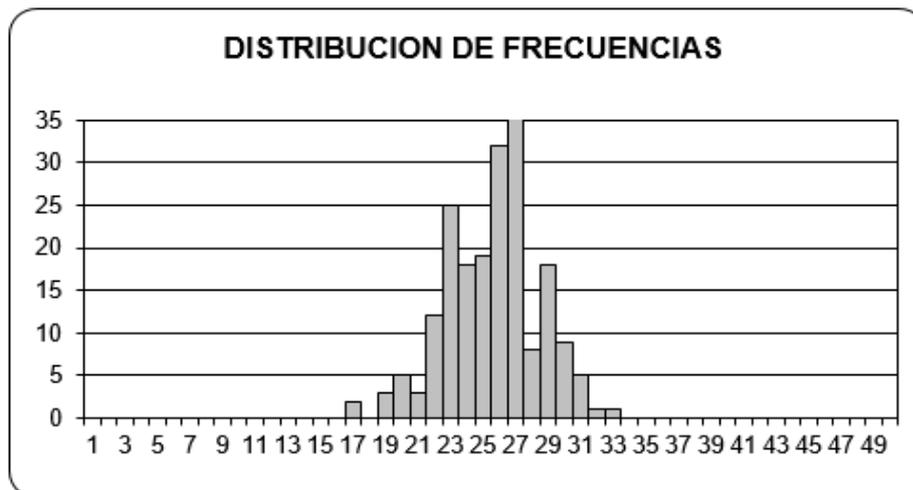
RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OTROS

Fuente: Propia

Tabla 71: Distribución de frecuencias Carril Derecho – 04

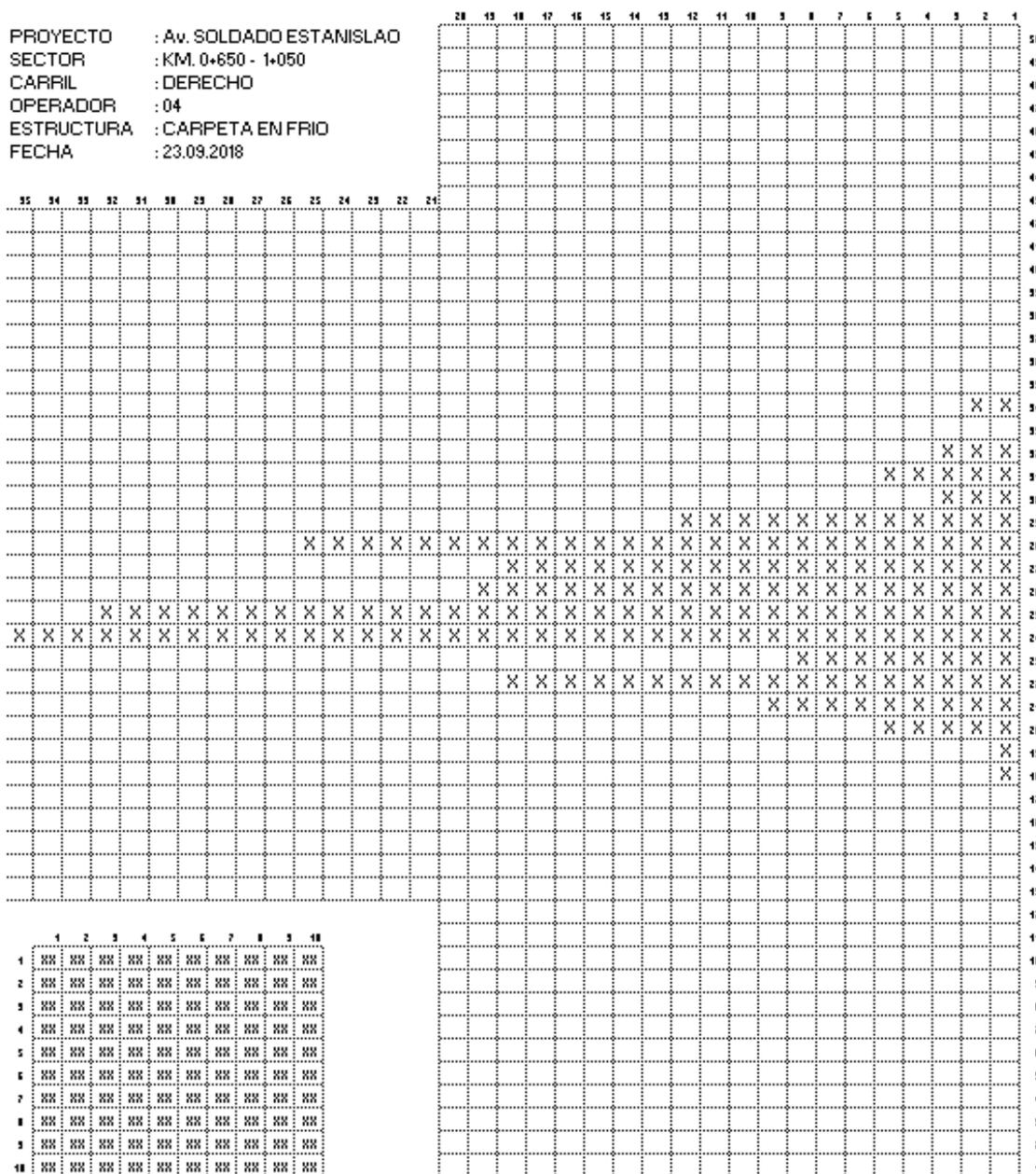


Fuente: Propia

Tabla 72: Determinación de la rugosidad de Merlín Carril Derecho – 04

**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO  
MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN**

PROYECTO : Av. SOLDADO ESTANISLAO  
 SECTOR : KM. 0+650 - 1+050  
 CARRIL : DERECHO  
 OPERADOR : 04  
 ESTRUCTURA : CARPETA EN FRIO  
 FECHA : 23.09.2018



**DATOS DE ENTRADA**

Número de datos : 200  
 Datos Descartados : 20 (10 en cada extremo)  
 Relación de brazos : 1

**CALCULO DE RUGOSIDAD**

Rango "D" : 48.333  
 Rugosidad (m/Km) : 2.729 IRI

Fuente: Propia

## Capítulo 5: DISCUSIÓN

### 5.1 INDICE DE ESTADO DEL PAVIMENTO (PCI)

Luego de identificar los parámetros de la evaluación en las 14 unidades de muestra del carril izquierdo y de las 13 unidades de muestra del carril derecho, procedió a realizar el uso de la metodología del PCI, para determinar su índice de condición y así conocer el estado actual en el que se está.

Para ello se elaboró las siguientes tablas de resumen para de esta forma presentar los resultados obtenidos por cada carril, los resultados fueron los siguientes:

#### 5.1.1 Índice de Condición del Pavimento del Carril Izquierdo

Tabla 73: Índice de Condición del Pavimento – Carril Izquierdo

<b>CARRIL IZQUIERDO TRAMO I</b>		
<b>UNIDAD DE MUESTRA</b>	<b>PCI</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
U-01	41	REGULAR
U-03	60	BUENO
U-05	54	REGULAR
U-07	51	REGULAR
U-09	36	MALO
U-11	52	REGULAR
U-13	66	BUENO
U-15	58	BUENO
U-17	49	REGULAR
U-19	62	BUENO
U-21	51	REGULAR
U-23	61	BUENO
U-25	53	REGULAR
U-27	62	BUENO
<b>TOTAL</b>	<b>54.00</b>	<b>REGULAR</b>

Fuente: Propia

Luego de agrupar los resultados en unidades de muestras del carril izquierdo el cual comprende de 14 muestras, se obtuvo un PCI promedio de 54.00. Mediante este resultado se puede afirmar que en la Av. Soldado Estanislao – Carril Izquierdo tiene un pavimento en condición regular.

En este tramo se obtuvo 6 unidades de muestras en condición buena,

7 unidades de muestra en condición regular y 1 unidad de muestra en condición mala; de los cuales el valor de PCI más alto fue de 66 mientras que el más bajo fue de 36.

Las fallas más frecuentes que se encontraron en este tramo de la Av. Soldado Estanislao del carril izquierdo fueron: exudación, abultamientos, desnivel carril-berma, desprendimiento de agregados y huecos; siendo el más influyente los hundimientos producto de la mala nivelación de los buzones de desagüe.

### 5.1.2 Índice de Condición del Pavimento del Carril Derecho

Tabla 74: Índice de Condición del Pavimento – Carril Derecho

<b>CARRIL DERECHO TRAMO II</b>		
<b>UNIDAD DE MUESTRA</b>	<b>PCI</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
U-29	58	BUENO
U-31	53	REGULAR
U-33	67	BUENO
U-35	54	REGULAR
U-37	71	MUY BUENO
U-39	64	BUENO
U-41	80	MUY BUENO
U-43	69	BUENO
U-45	84	MUY BUENO
U-47	76	MUY BUENO
U-49	71	MUY BUENO
U-51	75	MUY BUENO
U-53	72	MUY BUENO
<b>TOTAL</b>	<b>68.77</b>	<b>BUENO</b>

Fuente: Propia

Luego de agrupar los resultados en unidades de muestras del carril derecho el cual comprende de 13 muestras, se obtuvo un PCI promedio de 68.77. Mediante este resultado se puede afirmar que en la Av. Soldado Estanislao – Carril Derecho tiene un pavimento en condición buena.

En este tramo se obtuvo 7 unidades de muestras en condición muy buena, 4 unidades de muestra en condición buena y 2 unidades de muestra en condición regular; de los cuales el valor de PCI más alto fue de 84

mientras que el más bajo fue de 58.

Las fallas más frecuentes que se encontraron en este tramo de la Av. Soldado Estanislao del carril izquierdo fueron: exudación, huecos, fisuras, desprendimiento de agregados y huecos; siendo el más influyente los parcheos debido a las recientes conexiones de agua.

## 5.2 RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO CON EL MÉTODO DE MERLIN

De los 4 ensayos realizados con el rugosímetro de merlín se obtuvo el siguiente resumen para comprender mejor los resultados:

Tabla 75: Cuadro resumen del valor R (M/KM)

CARRIL IZQUIERDO		CARRIL DERECHO	
KM	R (M/KM)	KM	R (M/KM)
0+000 al 0+400	3.804	0+000 al 0+400	2.913
0+650 al 1+050	4.481	0+650 al 1+050	2.729

Fuente: Propia

Con ayuda de la siguiente tabla, clasificaremos los valores obtenidos, los valores de IRI son los que se utilizan en algunos países.

Tabla 76: Estado del Pavimento

PAIS	ESTADO DEL PAVIMENTO		
	BUENO	REGULAR	MALO
CHILE	0 – 3.0	3.0 – 4.0	>4.0
HONDURAS	<3.5	3.5 – 6.0	>6.0
URUGUAY	<3.9	4.0 – 4.6	>4.6
ESTADOS UNIDOS	<2.4	2.4 – 4.7	>4.7

Fuente: Propia

Aplicando como referencia los estados más críticos, se procederá a comparar los resultados obtenidos en campo con los de Estados Unidos, para cual obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 77: Estado del pavimento según R (M/KM)

CARRIL IZQUIERDO			CARRIL DERECHO		
KM	R (M/KM)	Estado del Pavimento	KM	R (M/KM)	Estado del Pavimento
0+000 al 0+400	3.804	REGULAR	0+000 al 0+400	2.913	REGULAR
0+650 al 1+050	4.481	REGULAR	0+650 al 1+050	2.729	REGULAR

Fuente: Propia

## CONCLUSIONES

- El pavimento flexible en la avenida Soldado Estanislao del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, en el año 2018, mediante la evaluación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) tiene en el carril izquierdo un valor de PCI=54.00 y en su escala se concluye que es un pavimento en estado regular, mientras que en el carril derecho tiene un valor de PCI=68.77 y en su escala se concluye que es un pavimento en estado bueno.
- Las fallas que más predominaron en la avenida Soldado Estanislao, según la metodología de fallas del PCI fueron: piel de cocodrilo, exudación, abultamientos y hundimientos, fisuras de borde, desnivel carril-berma, parcheo, huecos y desprendimiento de agregados.
- El IRI producto de la evaluación por el método del rugosímetro de Merlín, en ambas calzados se obtuvo un resultado dentro del rango “regular”, lo cual es compatible con los resultados que se obtuvo por el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- De las fallas superficiales obtenidas en la avenida Soldado Estanislao, se puede afirmar que estos son muy prematuros, ya que dicha vía presenta un año de uso; por lo cual se concluye que los daños encontrados se debe a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado o también se debe a la pobre calidad de la mezcla utilizada, según indica el manual PCI.
- Se concluye mediante la condición en la que se encuentra el pavimento, esta necesita ser rehabilitada, para poder garantizar que su periodo de vida útil con el que fue diseñado se cumpla y sea efectivo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades que ejecutan los proyectos, realizar una correcta construcción y control de la vía, ya que una falla en el proceso constructivo o deficiencia en cuanto al control de calidad de los materiales, puede ocasionar grandes problemas en el futuro como accidentes de tránsito y ocasionar pérdidas humanas; además de que ocasiona que el pavimento presente mayores fallas.
- A la municipalidad distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa, realizar el mantenimiento respectivo de la vía para evitar la reconstrucción del pavimento en el futuro y señalar las zonas para que tanto conductores como peatones no cometan imprudencias que aceleren el deterioro del pavimento.
- Se recomienda la construcción de bermas de estacionamiento, ya que son de gran importancia para evitar que ingrese agua a la vía, además de proteger al pavimento frente a la falla fisura de borde y permite el correcto estacionamiento de vehículos.
- Realizar un correcto plan de zonificación y desarrollo urbano, para evitar que se ejecuten conexiones de agua y desagüe después de construir una vía, ya que si las construyen después, estas ocasionaran fallas de parcheo y disminuyen la serviciabilidad de la vía.
- La evaluación de un pavimento mediante los métodos presentados deberá realizarse por un personal capacitado y sobre todo responsable, para que pueda identificar sin problemas las fallas que se encuentren.

## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (1993). American Association of State Highway Officials. (1962). The AASHTO road test, report 5, pavement research.
- Apolinario, E. (2012). *Innovación del Método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Athanassios, N. (1996). *Highway Engineering: Pavements, Materials and Control of Quality*. Nueva York: CRC Press .
- Badilla, G. (2011). *Determinación de la regularidad superficial de pavimentos mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI)*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo.
- Becerra, M. (2012). *Tópicos de Pavimentos de Concreto*. Lima: Flujo Libre. . Lima.
- Gamboa, K. (2012). *Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura* . Piura: Universidad de Piura.
- Guzmán, M. (2017). *Evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollar Tramo Av. Jorge Basadre Grohmann Este - Av. Basadre y Forero, aplicando el Metodo del PCI*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Hiliquin, M. (2016). *Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el Metodo PCI, en la Av. Jorge Chavez del Distrito de Pocollay en el año 2016*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- INEI. (2007). *Censo Nacional de Poblacion*. Tacna: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- ingepav. (2002). *Pavement Condition Index (PCI)*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- INVIAS. (2007). *Índice de Rugosidad Internacional*. Bogotá.
- Jugo, A. (2005). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Caracas.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras Diseño Geometrico DG-2014*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ositran. (2010). *Mantenimiento Periódico de los Pavimentos del Aeropuerto de Anta - Huaraz*. Huaraz: Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público.
- Rabanales, J. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible den la vía de Evitamiento norte, utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento - Cajamarca - 2014*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

- Riascos, M. (2012). Índice de Condición del Pavimento de las vías Los Hongos - San Francisco - Glorieta, Tunja. Utilizando las metodologías VIZIR y PCI. *Lesprit Ingenieux*.
- Robles, R. (2015). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Rodriguez, E. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. Piura: Universidad de Piura.
- Sayers, M. (1986). *The International Road Roughness Experiment (IRRE)*. Washington D.C.: World Bank Technical.
- Tananta, D. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Huáscar, distrito de Calleria*. Ucayali: Universidad los Angeles de Chimbote.
- Thenoux, G. (2012). *Guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI)*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.

**ANEXOS**

**A. PANEL FOTOGRAFICO DE LA EVALUACION VISUAL DE LAS FALLAS SUPERFICIALES DE LA AV, SOLDADO ESTANISLAO**



PIEL DE COCODRILO



PIEL DE COCODRILO



PIEL DE COCODRILO



PIEL DE COCODRILO



EXUDACIÓN



EXUDACIÓN



EXUDACIÓN



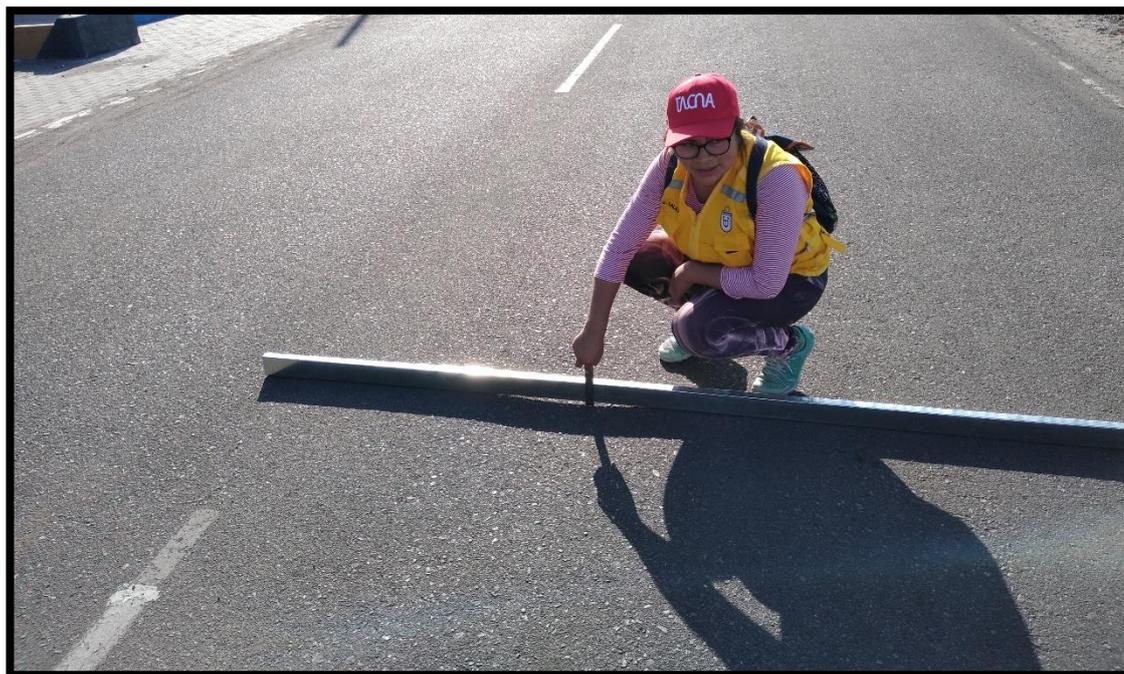
EXUDACIÓN



ABULTAMIENTO



HUNDIMIENTO



HUNDIMIENTO



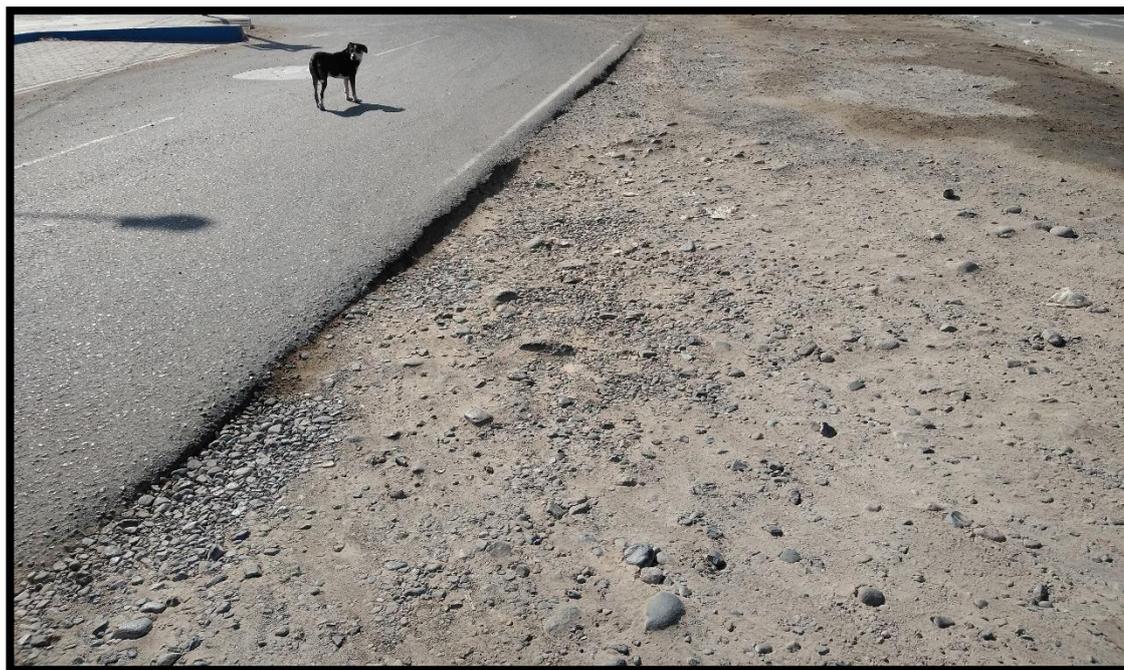
HUNDIMIENTO



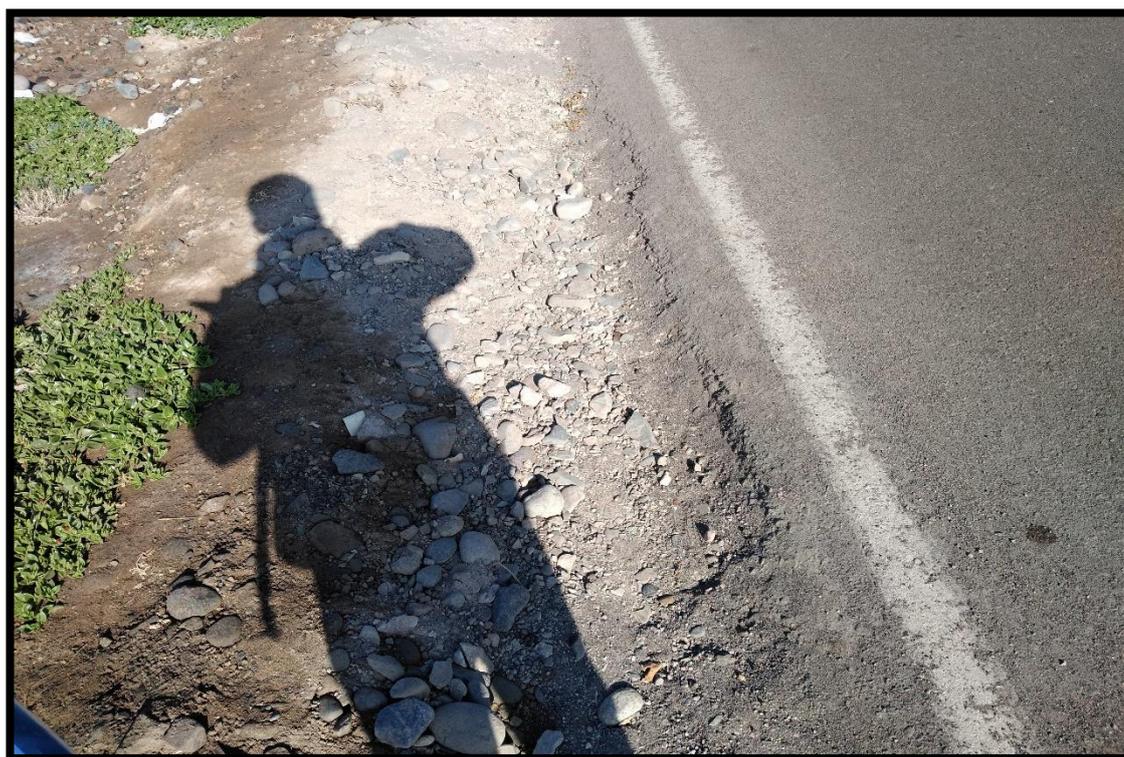
ABULTAMIENTO



HUNDIMIENTO



FISURA DE BORDE



FISURA DE BORDE



FISURA DE BORDE



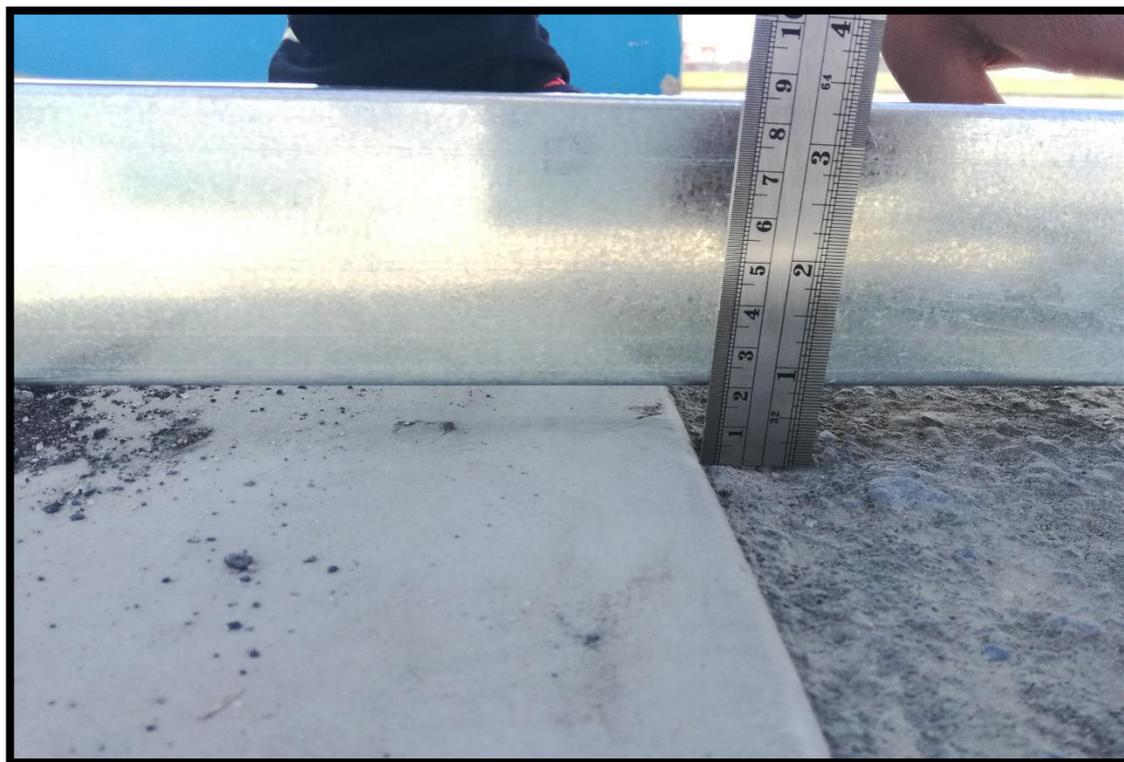
FISURA DE BORDE



DESNIVEL CARRIL-BERMA



DESNIVEL CARRIL-BERMA



DESNIVEL CARRIL-BERMA



DESNIVEL CARRIL-BERMA



FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



PARCHEO



PARCHEO



PARCHEO



PARCHEO



PARCHEO



HUECOS



HUECOS



HUECOS



HUECOS



DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS



DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

**B. PANEL FOTOGRAFICO DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN**

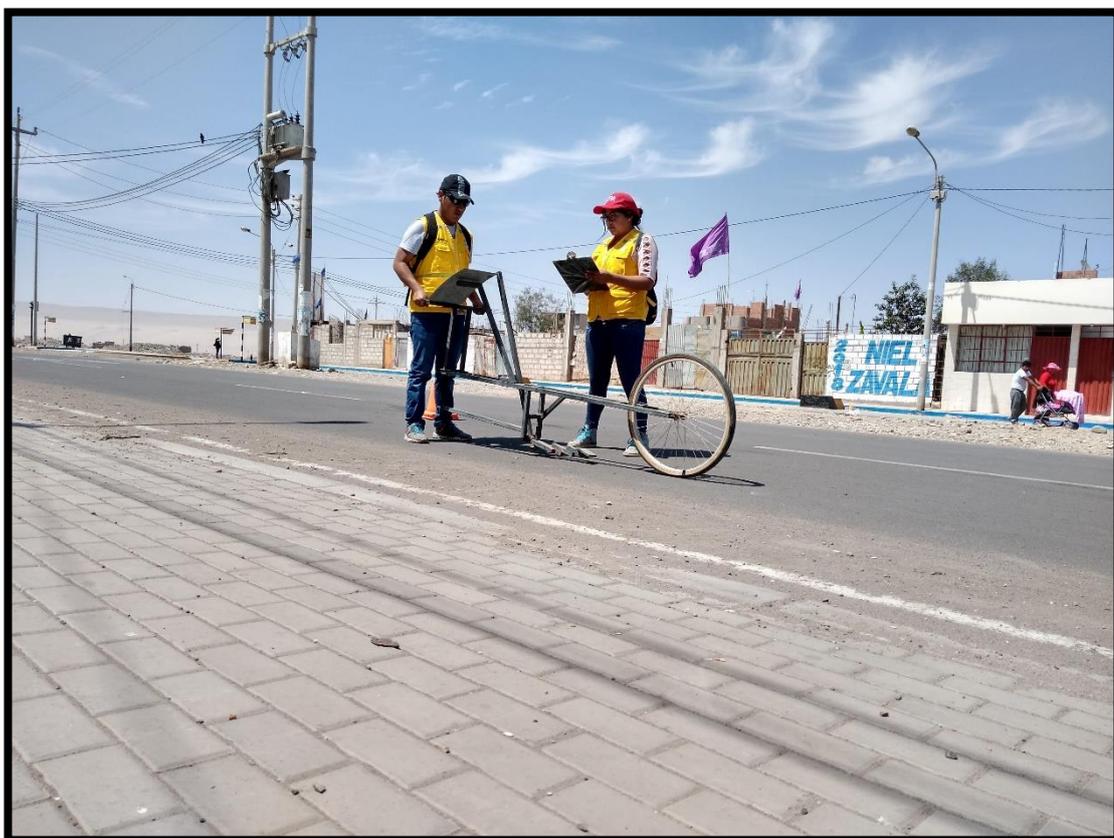
EJECUCIÓN DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN



EJECUCIÓN DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN



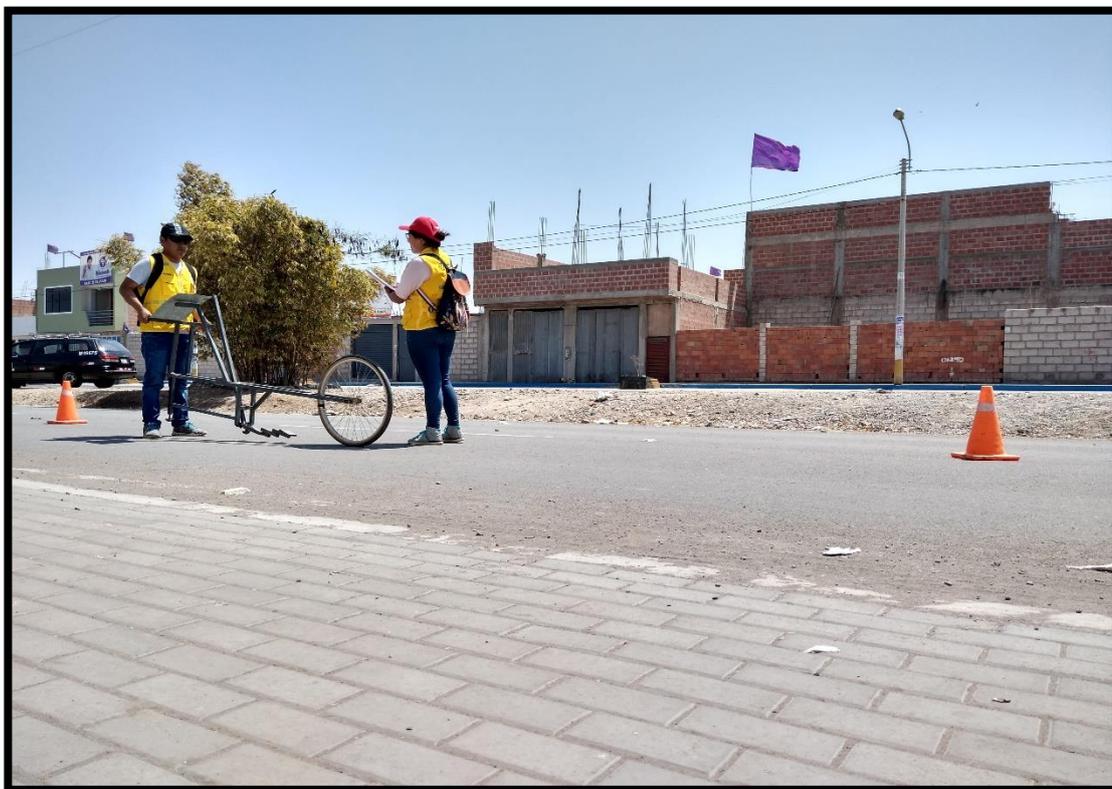
EJECUCIÓN DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN



EJECUCIÓN DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN



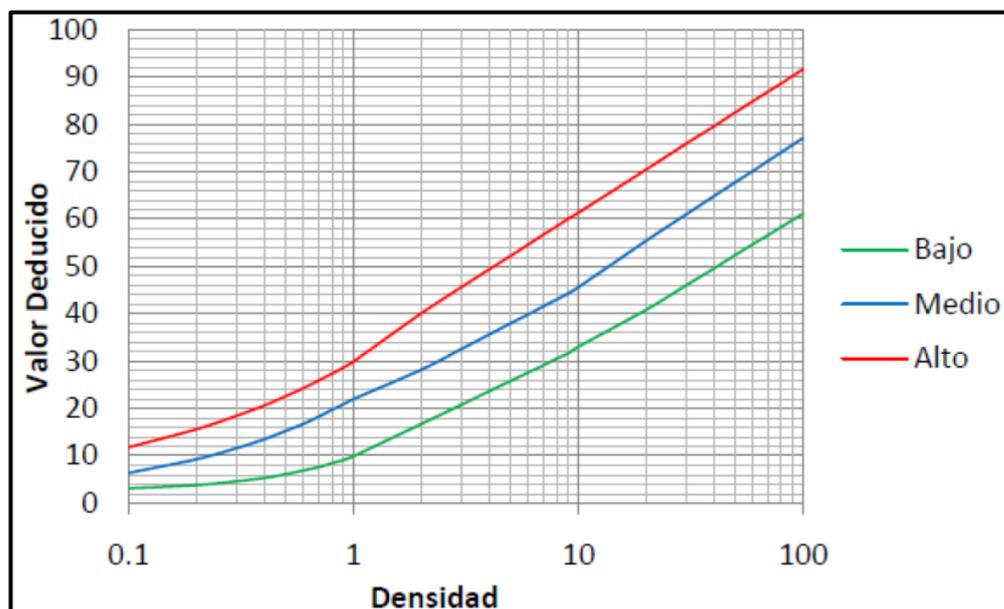
EJECUCIÓN DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN



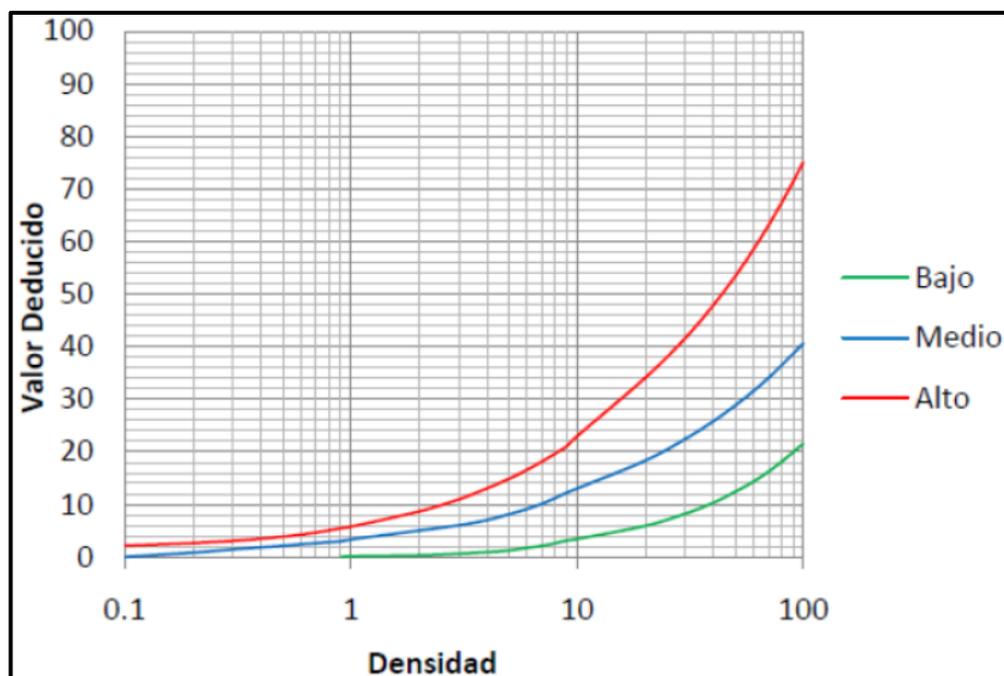
EJECUCIÓN DEL ENSAYO DEL RUGOSÍMETRO DE MERLÍN

### C. CURVAS DEL VALOR DEDUCIDO DE LAS FALLAS SUPERFICIALES, SEGÚN EL PCI

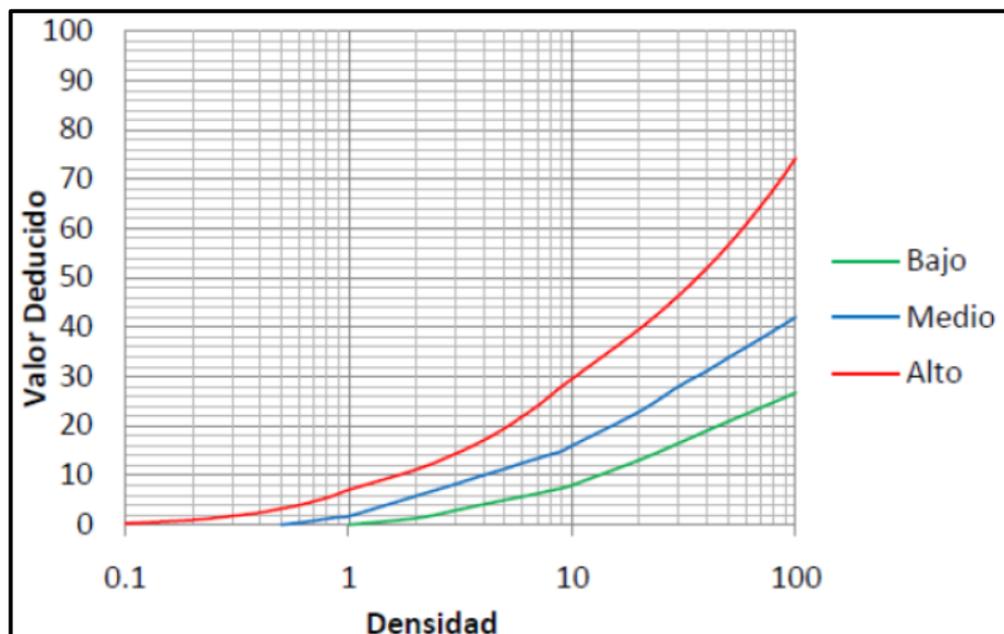
#### 1. PIEL DE COCODRILO



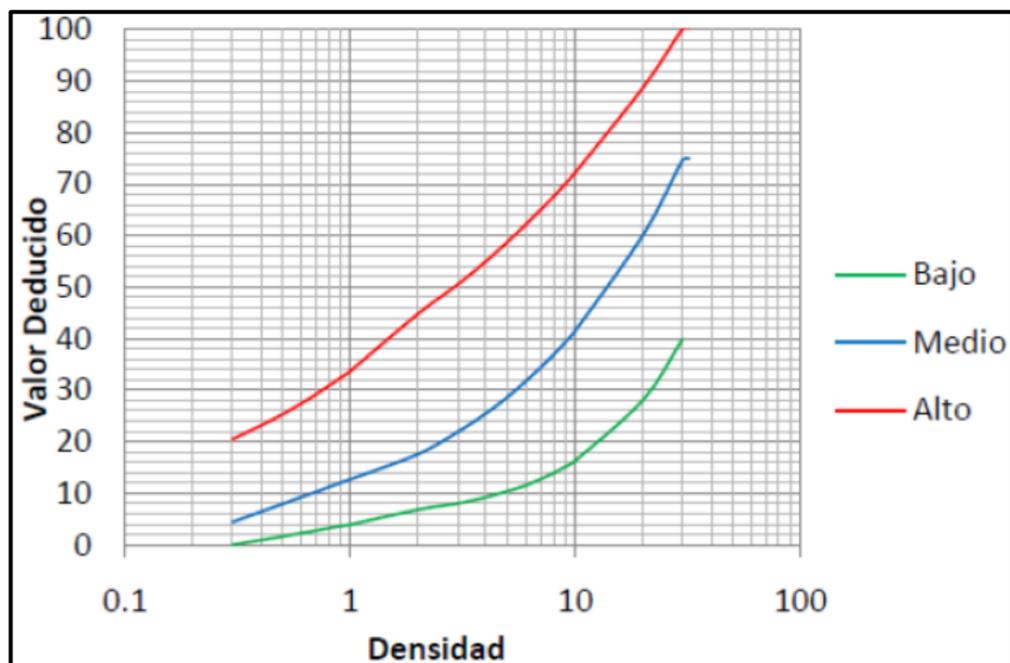
#### 2. EXUDACION



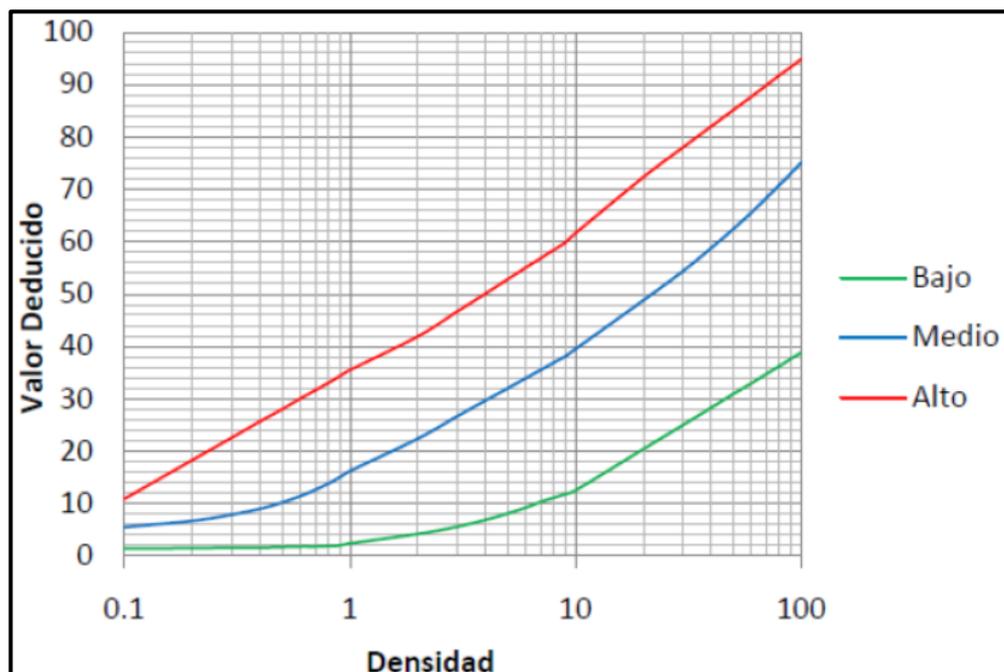
## 3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE



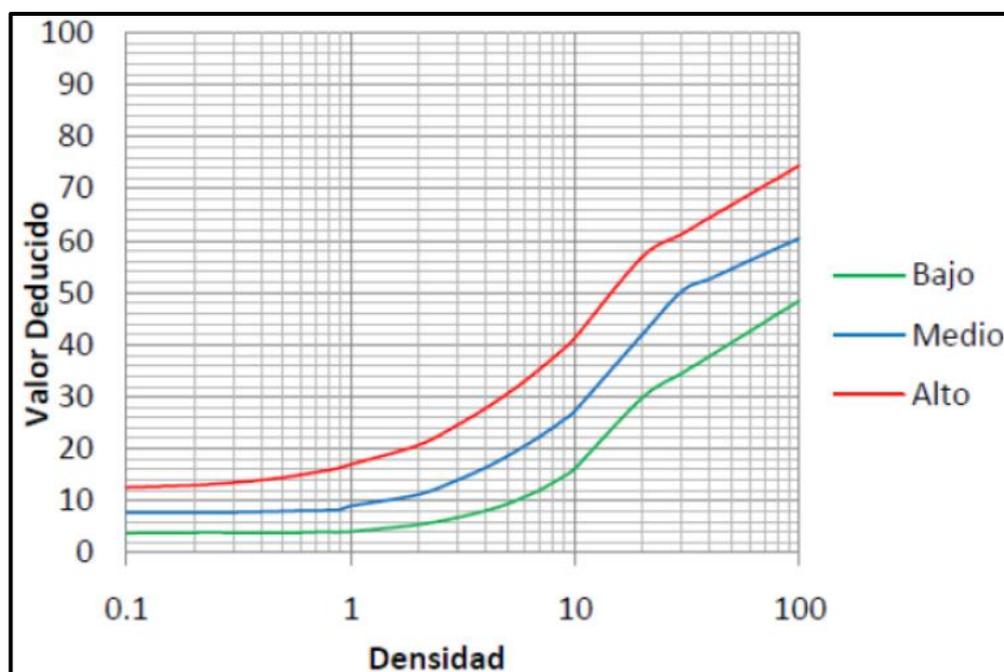
## 4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS



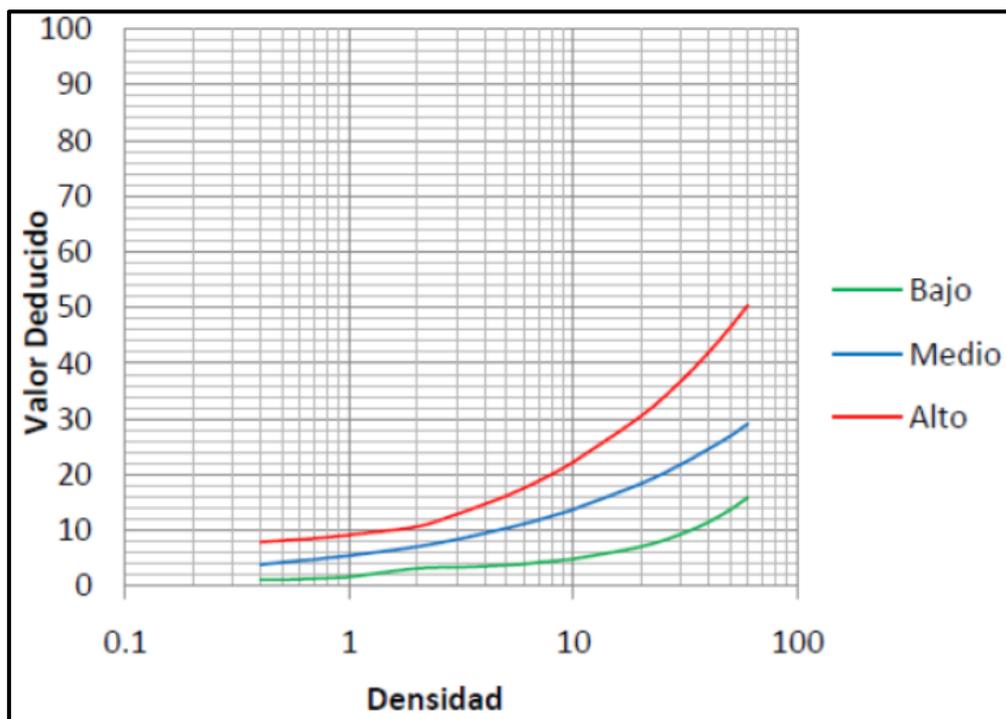
## 5. CORRUGACION



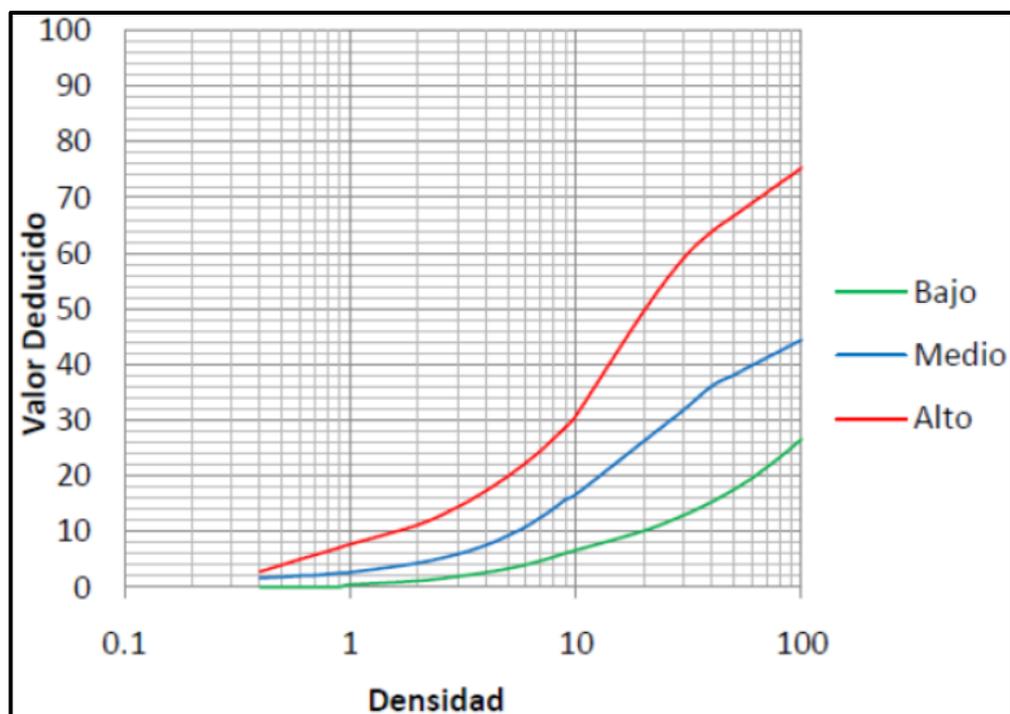
## 6. DEPRESION



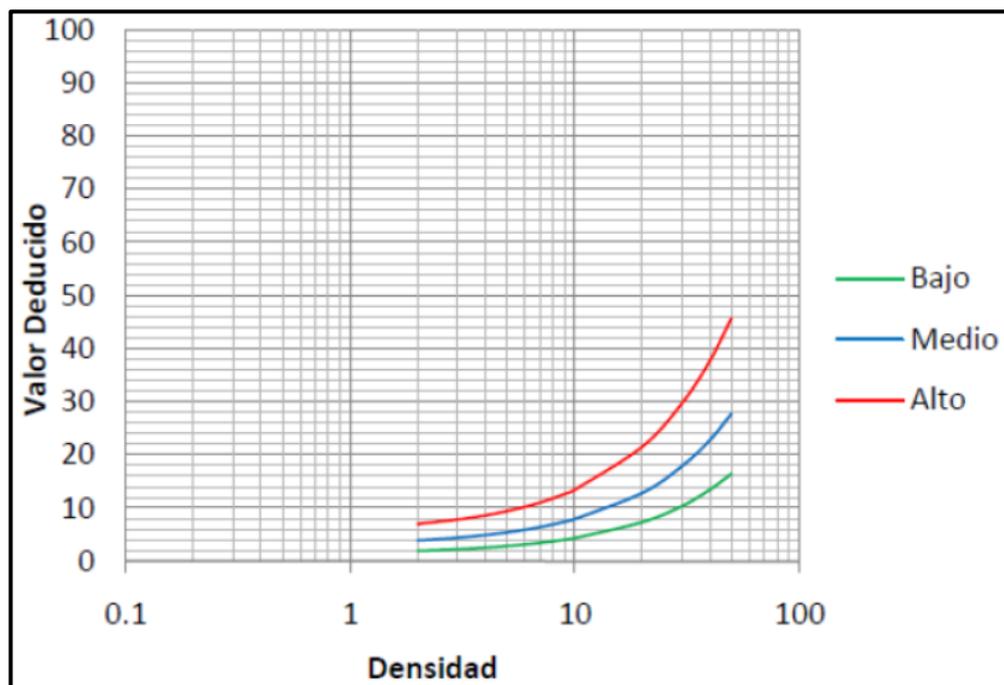
## 7. GRIETA DE BORDE



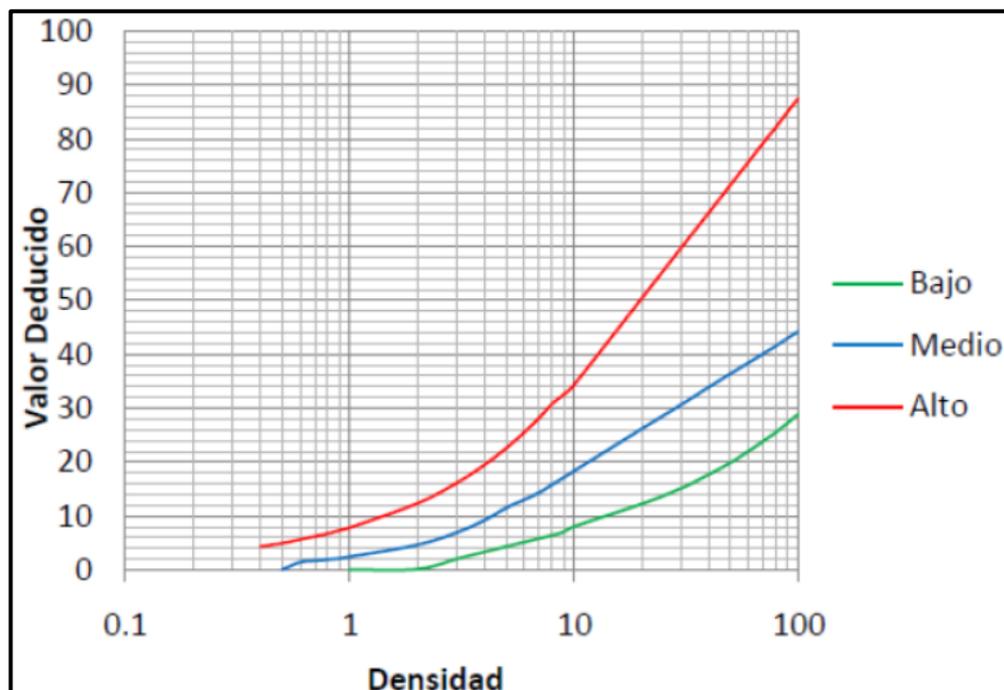
## 8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA



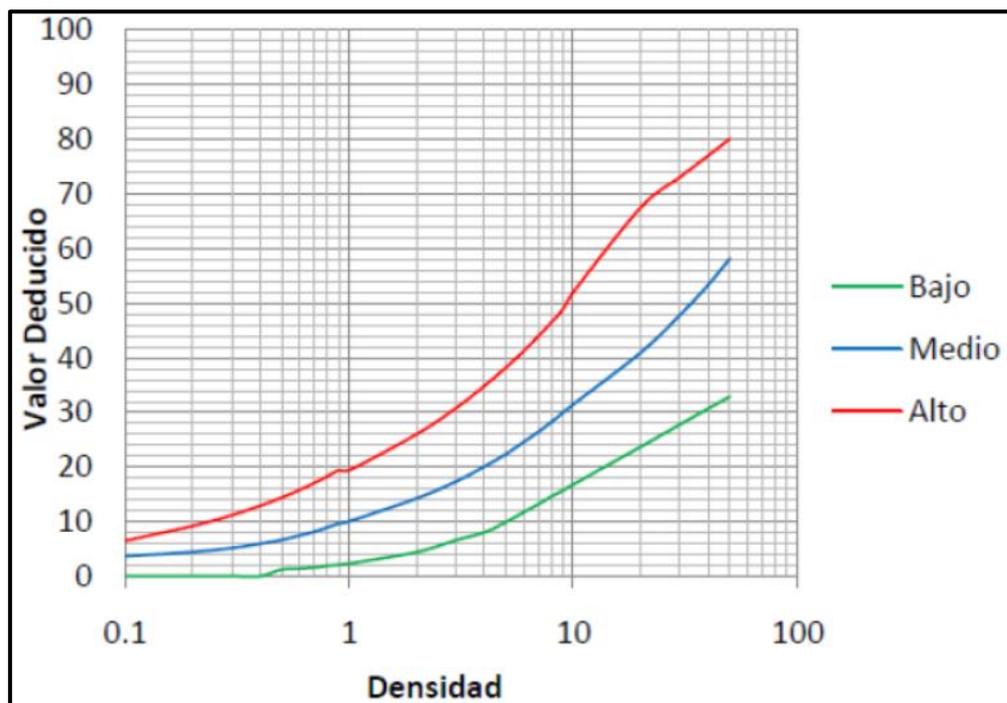
## 9. DESNIVEL CARRIL / BERMA



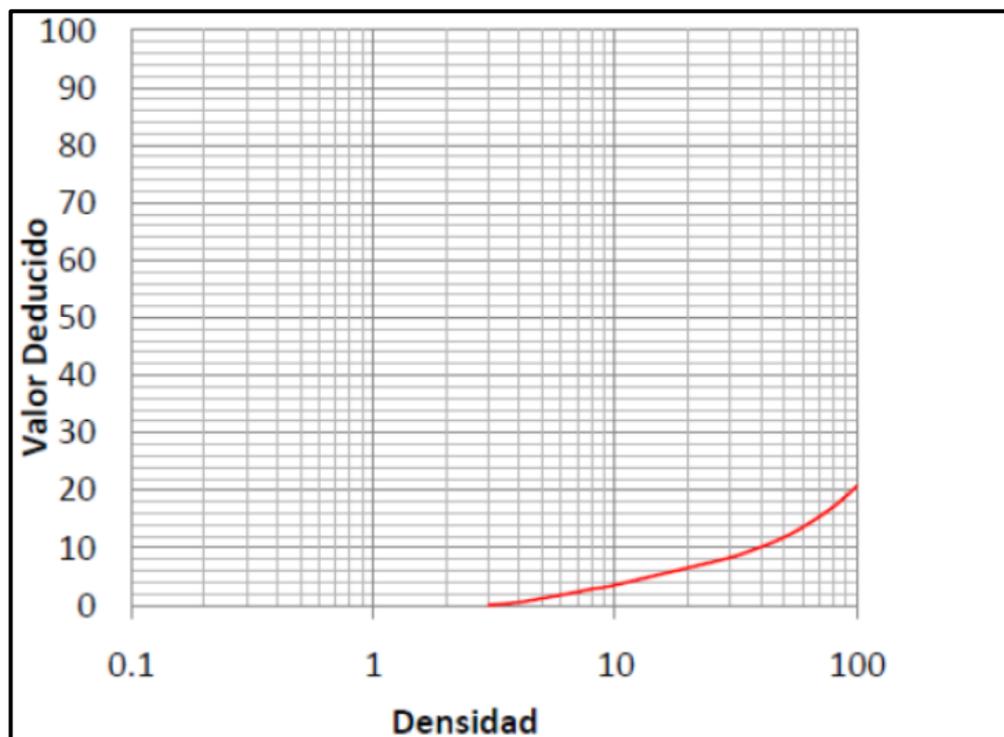
## 10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES



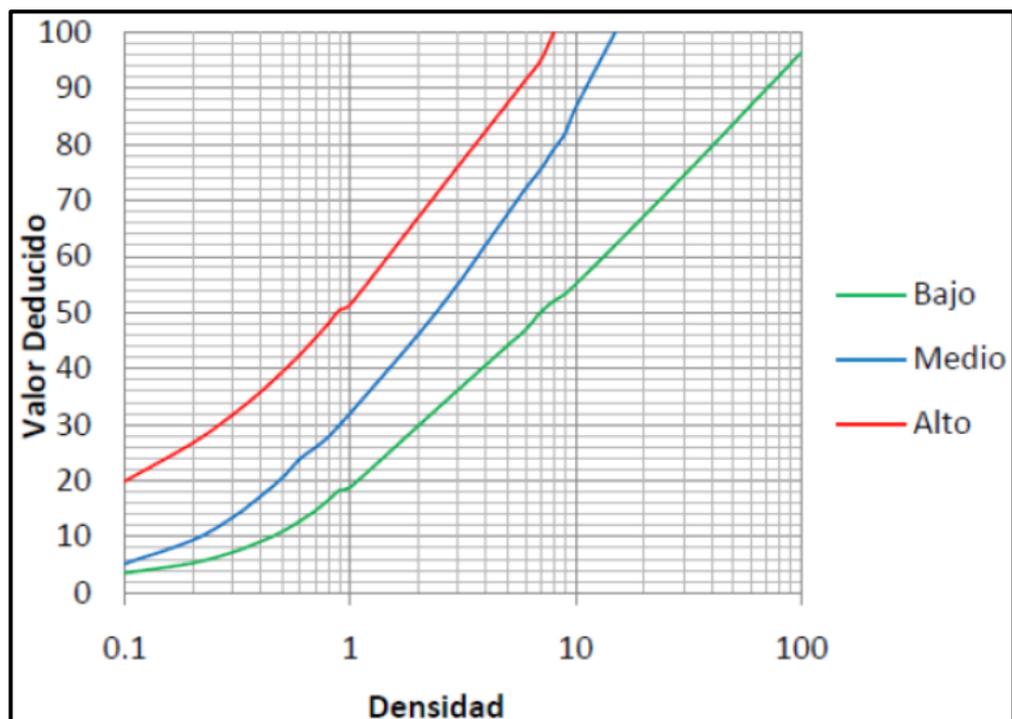
## 11. PARCHEO



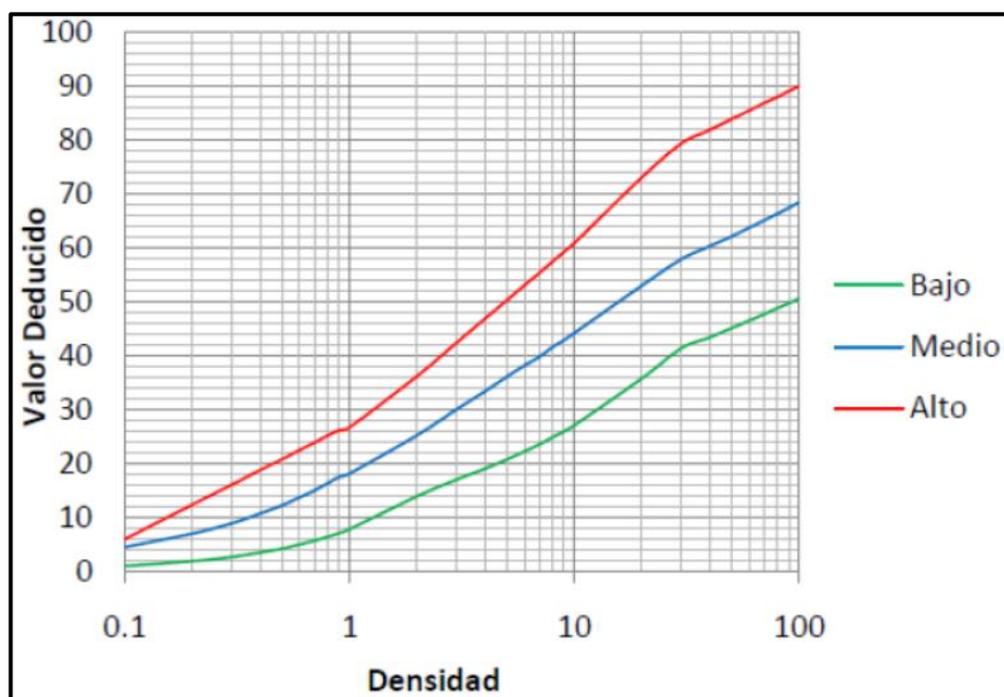
## 12. PULIMIENTO DE AGREGADOS



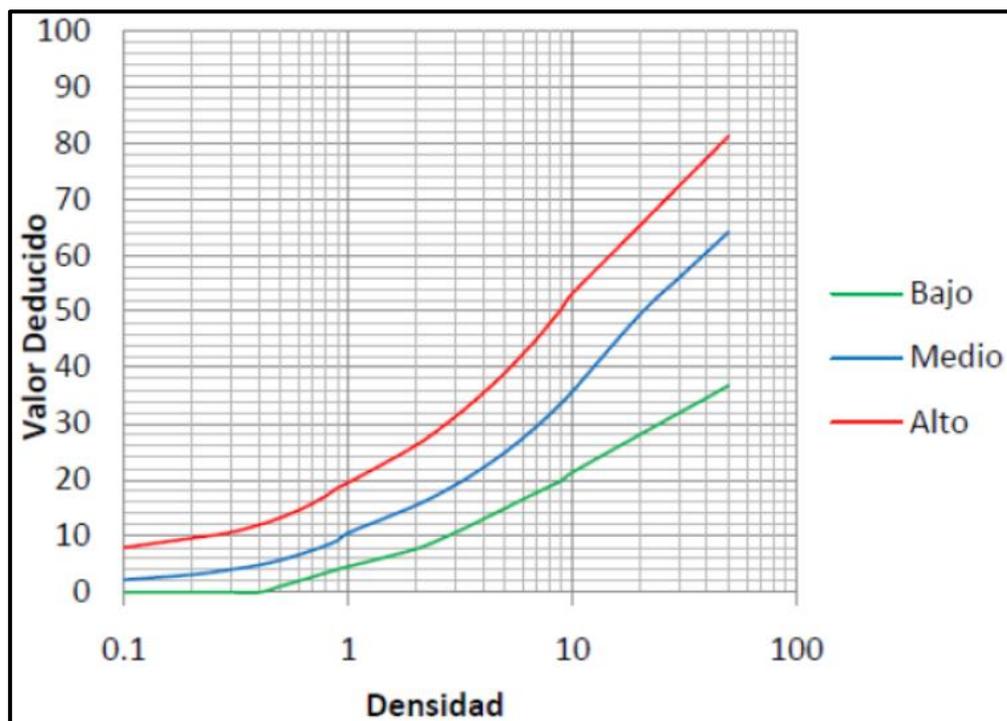
## 13. HUECOS



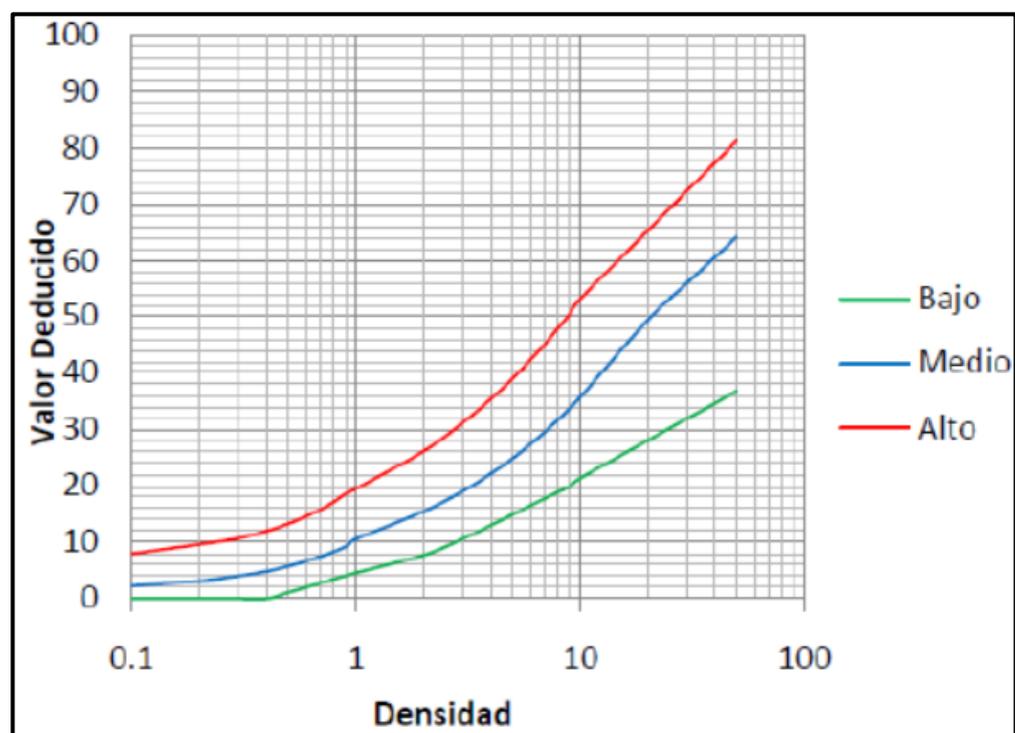
## 14. CRUCE DE VIA FERREA



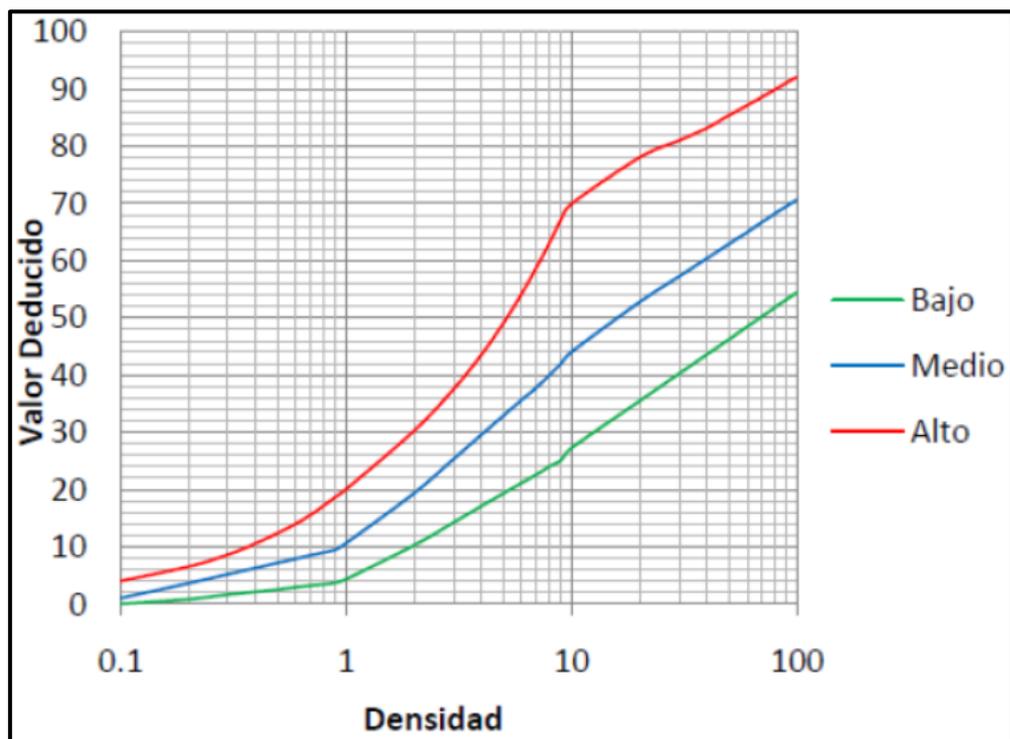
## 15. AHUELLAMIENTO



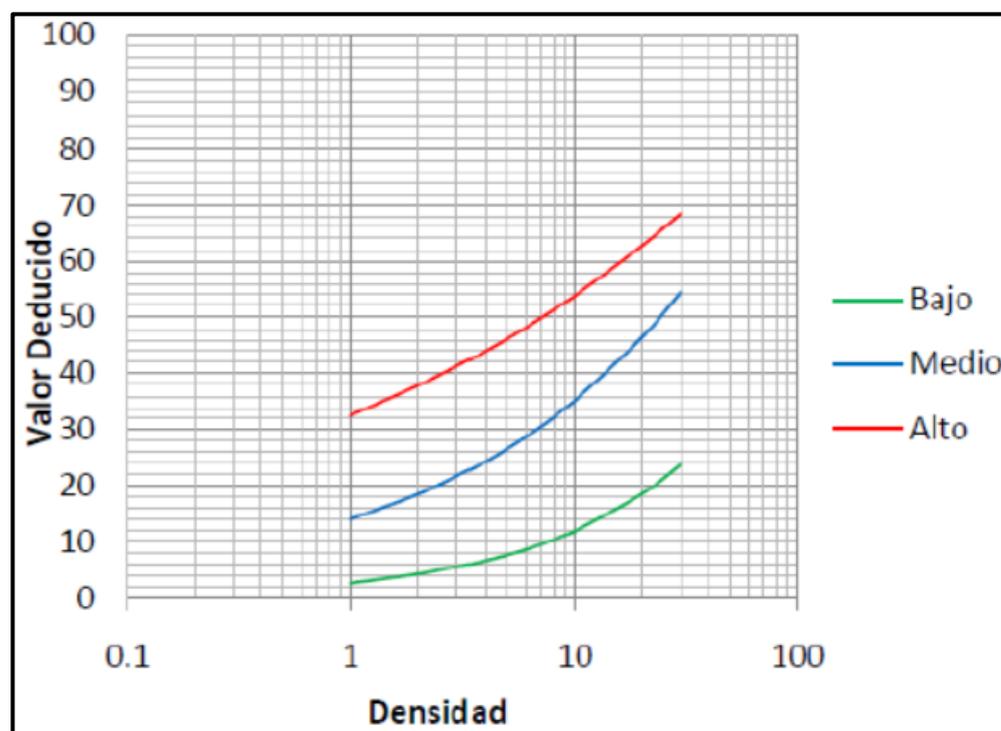
## 16. DESPLAZAMIENTO



## 17. GRIETA PARABOLICA



## 18. HINCHAMIENTO





#### D. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “EVALUACIÓN DEL DETERIORO SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA DE LA AVENIDA SOLDADO ESTANISLAO CONDOR ENTRE LA AVENIDA Nº 8 Y LA AVENIDA LOS MOLLES, DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA ,2018”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADOR
¿Cuál es la evaluación del deterioro superficial de la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida Nº 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?	Determinar la evaluación de la carpeta asfáltica en las vías de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida Nº 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna – Tacna.	La evaluación del deterioro superficial de la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida Nº 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa – Tacna presenta condiciones funcionales y estructurales medias, bajas.	VARIABLE DEPENDIENTE	Volumen del material.
			La carpeta asfáltica.	
¿Cómo se evalúa el deterioro superficial de la carpeta asfáltica en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida Nº 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?	Evaluar el deterioro superficial de la carpeta asfáltica en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida Nº 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna – Tacna, mediante el uso de un método de inspección visual.	Mediante el método de inspección visual de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida Nº 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna – Tacna, se evaluará el deterioro superficial.	VARIABLE INDEPENDIENTE	Influencia del tránsito vehicular.
			El deterioro superficial.	

<p>¿Qué fallas superficiales se encuentran en la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?</p>	<p>Identificar las fallas superficiales de las vías de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna.</p>	<p>La carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, se encuentra con un nivel de serviciabilidad bajo.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <hr/> <p>Fallas superficiales</p>	<p>Aplicación del Método PCI.</p>
<p>¿Cuál es la relación de fenómenos que afectan directamente a la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna?</p>	<p>Describir la relación de fenómenos que afectan directamente a la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna – Tacna.</p>	<p>La relación de fenómenos que afectan directamente a la carpeta asfáltica de la Avenida Soldado Estanislao Córdor entre la Avenida N° 8 y la Avenida Los Molles, Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna, en la actualidad es nula.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <hr/> <p>Relación de fenómenos.</p>	<p>Clima Transito Proceso constructivo Mantenimiento Estado de vías</p>

## **E. PLANO UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**



**F. PLANO DE DISTRIBUCION DE UNIDADES DE MUESTRA**