



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr.
José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Vidaurre Carrión, Brenda Teresa

ASESORA:

Mg. Bonilla Vera, Ericka Claudia

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2018



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 2

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por **DOÑA VIDAURRE CARRIÓN, BRENDA TERESA**, cuyo título es: "**EVALUACIÓN PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA 2018**", reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por la estudiante, otorgándole el calificativo de: **16 (Dieciséis)**.

Callao, 22 de diciembre del 2018.

Mg. Gustavo Adolfo Aybar Arriola

PRESIDENTE

Mg. Ericka Claudia Bonilla Vera

SECRETARIO

Mg. Eduardo Quintanilla De la Cruz

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

A mi madre, por su confianza depositada en mí y su apoyo constante para culminar mi carrera profesional.

A mi hija, por ser mi motivación y fortaleza.

A Richard, por los aportes no solo para el desarrollo de esta tesis, sino también para mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a todos los profesionales que contribuyeron en sembrar su valiosa experiencia y conocimiento en mi formación académica, pues hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Brenda Teresa Vidaurre Carrión

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Brenda Teresa Vidaurre Carrión, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificada con DNI 46134804, con tesis titulada "Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos — Lima 2018".

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría
2. He respetado la normativa internacional de citas y referencias para la consulta de fuentes, por lo tanto, la presente investigación no ha sido plagiada, ni parcialmente, ni en su totalidad.
3. La tesis que pongo en consideración para evaluación no ha sido auto plagiada, presentada o publicada anteriormente para obtener algún grado o título académico.
4. Los datos obtenidos en los resultados son reales, no han falsificados ni plagiados, por tanto, contribuyen en aportes fidedignos a la realidad investigada.
5. Los resultados obtenidos del TURNITIN dan menor del 30% de coincidencias.

De identificarse plagio, fraude, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome y someténdome a la normas establecidas y vigentes de la Universidad César Vallejo.

Callao, 20 de Diciembre del 2018



Vidaurre Carrión, Brenda Teresa

DNI 46134804

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo se presenta ante ustedes la Tesis titulada “Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018” con el objetivo de determinar la influencia de la evaluación del pavimento flexible para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018, la misma que someto a vuestra consideración y espero pueda cumplir con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. TRABAJOS PREVIOS	20
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	23
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	26
1.3.1. EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	26
1.3.1.1. MÉTODO PCI (Pavement Condition Index)	26
• Clasificación de Fallas.....	27
• Condición del Pavimento.....	43
1.3.1.2. ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN	47
• Deflexión de Pavimentos	48
• Comportamiento del Pavimento.....	53
1.3.2. RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	53
1.3.2.1 MANTENIMIENTO DE VÍAS	54
• Mantenimiento preventivo	54
• Mantenimiento Rutinario.....	54
• Mantenimiento Periódico.....	54
1.3.1.2. DISEÑO DE VÍAS	54
• AASHTO	55
• CBR (California Bearing Ratio).....	59
• ESAL (Equivalent Single Axle Load).....	60

1.4.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	62
1.4.1.	Problema General	62
1.4.2.	Problemas específicos.....	62
1.5.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	62
1.5.1.	Justificación Metodológica	62
1.5.2.	Justificación Práctica	62
1.5.3.	Justificación Teórica.....	63
1.6.	HIPÓTESIS	63
1.6.1.	Hipótesis General:	63
1.6.2.	Hipótesis Específicas:	63
1.7.	OBJETIVOS	63
1.7.1.	Objetivo General:	63
1.7.2.	Objetivos específicos:	63
II.	MÉTODO.....	64
2.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	65
2.1.1.	Diseño	65
2.1.2.	Enfoque	65
2.1.3.	Nivel.....	65
2.1.4.	Tipo.....	65
2.2.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	66
2.2.1.	Variables	66
2.2.2.	Operacionalización de las variables	66
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	68
2.3.1.	Población.....	68
2.3.2.	Muestra	68
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	68
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	68
2.4.2.	Instrumentos de investigación.....	68
2.4.3.	Validez	69
2.4.4.	Confiabilidad.....	69
2.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	70
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS	70
III.	RESULTADOS.....	71

3.1. DESARROLLO DEL CASO	72
3.1.1. Ubicación	72
3.1.2. Descripción de la zona de estudio	73
3.1.3. Trabajos Previos	76
3.1.3.1. Trabajos de campo.....	76
4.1. HIPÓTESIS	95
4.1.1. Hipótesis General:	95
4.1.2. Hipótesis Específicas:	96
IV. DISCUSIÓN	99
V. CONCLUSIONES.....	101
VI. RECOMENDACIONES.....	103
VII. REFERENCIAS	105
VIII. ANEXOS	111
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	112
ANEXO 2: FOTOS	113
ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO	115
ANEXO 05: CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS PARA CADA TIPO DE FALLA .	126
ANEXO 06: PLANO	131
ANEXO 07: VALIDEZ	133
ANEXO 08: DIAGRAMA DE FLUJO	140

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA INEFICIENTE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL PERÚ.....	18
FIGURA 2: FALLA TIPO PIEL DE COCODRILO.....	27
FIGURA 3: FALLA TIPO EXUDACIÓN.....	28
FIGURA 4: FALLA TIPO FISURAS EN BLOQUE.....	29
FIGURA 5: FALLA TIPO ABULTAMIENTO	30
FIGURA 6: FALLA TIPO HUNDIMIENTO	30
FIGURA 7: FALLA TIPO CORRUGACIÓN	31
FIGURA 8: FALLA TIPO DEPRESIÓN	31
FIGURA 9: FALLA TIPO FISURA DE BORDE.....	32
FIGURA 10: FALLA TIPO FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA.....	33
FIGURA 11: FALLA TIPO DESNIVEL CARRIL –BERMA	34
FIGURA 12: FALLA TIPO FISURAS LONGITUDINALES	35
FIGURA 13: FALLA TIPO FISURAS TRANSVERSALES	35
FIGURA 14: FALLA TIPO PARCHES.....	36
FIGURA 15: FALLA TIPO AGREGADO PULIDO	37
FIGURA 16: FALLA TIPO BACHES	37
FIGURA 17: FALLA TIPO AHUELLAMIENTO	38
FIGURA 18: FALLA TIPO DESPLAZAMIENTO.....	39
FIGURA 19: FALLA TIPO FISURA PARABÓLICA.....	40
FIGURA 20: FALLA TIPO HINCHAMIENTO	41
FIGURA 21: FALLA TIPO DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	42
FIGURA 22: GRAFICA DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO	45
FIGURA 23: VALOR DEDUCIDO CORREGIDO, EN FUNCIÓN DE Q Y EL VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	45
FIGURA 24: RANGOS DE CLASIFICACIÓN DEL PCI.....	46
FIGURA 25: ESQUEMA VIGA BENKELMAN.....	47
FIGURA 26: CONFIGURACIÓN DE LA VIGA BENKELMAN	48
FIGURA 27: DEFLEXIÓN EN PAVIMENTOS.....	48
FIGURA 28: UBICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL EJE POSTERIOR DE LA LLANTA – PCI.....	49
FIGURA 29: ALINEAMIENTO DEL BRAZO DE LA VIGA CON EN EL CENTRO DE LAS LLANTAS – PCI.....	49
FIGURA 30: LECTURA DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN	50
FIGURA 31: CARACTERÍSTICA DE PAVIMENTO SEGÚN EL CUENCO DE DEFLEXIONES	53
FIGURA 32: NUMERO ESTRUCTURAL EN DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	56
FIGURA 33: SOFTWARE DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	57
FIGURA 34: CLASIFICACIÓN VEHICULAR SEGÚN EL MTC	61
FIGURA 35: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	72
FIGURA 36: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	73
FIGURA 37: CLASIFICACIÓN VEHICULAR PROMEDIO JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	74
FIGURA 38: SECCIÓN DE PAVIMENTO 6.50 X 600M CORRESPONDIENTE AL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	78
FIGURA 39: CALCULO DEL VALOR DEDUCIDO PARA LA FALLA TIPO PIEL DE COCODRILO, NIVEL MODERADO ...	80
FIGURA 40: AJUSTE DEL NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS “M”- PCI.....	81
FIGURA 41: VALOR DEDUCIDO CORREGIDO PARA Q= 1 Y TOTAL DE VALOR DEDUCIDO TOTAL (CDT)= 46	82
FIGURA 42: CLASIFICACIÓN PCI DEL PAVIMENTO FLEXIBLE JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	83
FIGURA 43: DEFLECTOGRAMA DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO CON LA VIGA BENKELMAN.....	86
FIGURA 44: RESULTADOS DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CORRELACIÓN DE CATEGORÍA DE ACCIÓN CON UN RANGO DE PCI.....	26
TABLA 2: NIVEL DE SEVERIDAD – PIEL DE COCODRILO	27
TABLA 3: NIVEL DE SEVERIDAD- EXUDACIÓN	28
TABLA 4: NIVEL DE SEVERIDAD – FISURAS EN BLOQUE.....	29
TABLA 5: NIVEL DE SEVERIDAD – ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	30
TABLA 6: NIVEL DE SEVERIDAD – CORRUGACIÓN.....	31
TABLA 7: NIVEL DE SEVERIDAD – DEPRESIÓN.....	31
TABLA 8: NIVEL DE SEVERIDAD – FISURA DE BORDE.....	32
TABLA 9: NIVEL DE SEVERIDAD – FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	33
TABLA 10: DESNIVEL CARRIL-BERMA.....	34
TABLA 11: FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES:.....	35
TABLA 12: NIVEL DE SEVERIDAD EN PARCHES	36
TABLA 13: NIVEL DE SEVERIDAD EN BACHES	37
TABLA 14: NIVEL DE SEVERIDAD EN AHUELLAMIENTO.....	38
TABLA 15: NIVEL DE SEVERIDAD EN DESPLAZAMIENTO	39
TABLA 16: NIVEL DE SEVERIDAD EN FISURAS PARABÓLICAS.....	39
TABLA 17: NIVEL DE SEVERIDAD EN HINCHAMIENTOS	41
TABLA 18: NIVEL DE SEVERIDAD EN DESPRENDIMIENTOS DE AGREGADOS	42
TABLA 19: LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTRA PARA LA EVALUACIÓN PCI, SEGÚN EL ANCHO DE CALZADA	43
TABLA 20: FORMATO PARA LA OBTENCIÓN DEL MÁXIMO VALOR REDUCIDO CORREGIDO (CDV)	45
TABLA 21: RESUMEN DE CATEGORÍA DE ACCIONES SEGÚN PCI.....	46
TABLA 22: DISTANCIA DEL PUNTO DE ENSAYO SEGÚN EL ANCHO DE CARRIL	49
TABLA 23: CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO DE ACUERDO AL TIPO DE DEFLEXIÓN Y RADIO DE CURVATURA	53
TABLA 24: ANALOGÍA DE COMPONENTES EN ESTRUCTURA VIAL Y EDIFICACIÓN.....	55
TABLA 25: COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO.....	56
TABLA 26: NIVELES DE CONFIABILIDAD DE ACUERDO AL TIPO DE CAMINO	57
TABLA 27: FACTORES DE DESVIACIÓN NORMAL ZR.....	58
TABLA 28: ÍNDICES DE SERVICIABILIDAD.....	58
TABLA 29: CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL SUELO SEGÚN CBR	59
TABLA 30: ACCIÓN DE PAVIMENTO A NIVEL DE SUBRASANTE.....	59
TABLA 31: CÁLCULO DEL ESAL.....	60
TABLA 32: CONSIDERACIÓN DE EJES EQUIVALENTES	61
TABLA 33: ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS	61
TABLA 34: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	67
TABLA 35: ESCALA DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	69
TABLA 36: COORDENADAS UTM WGS 84 PUNTO DE REFERENCIA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	73
TABLA 37: ÍNDICE DIARIO ANUAL DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	75
TABLA 38: REGISTRO DE LA MUESTRA UI – HOJA DE REGISTRO PCI	79
TABLA 39: CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO DE LA MUESTRA U1 -HOJA DE REGISTRO PCI.....	80
TABLA 40: CATEGORÍA DE ACCIÓN SEGÚN EL GRADO PCI PARA EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO	84
TABLA 41: RESULTADO DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	85
TABLA 42: COEFICIENTES ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO...	87
TABLA 43: ESPESORES MÍNIMOS SUGERIDOS PARA EL DISEÑO DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	87

TABLA 44: ESPESORES DE DISEÑO JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO	88
TABLA 45: PARTIDAS A EJECUTAR EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO	89
TABLA 46: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO.....	90
TABLA 47: RESULTADOS SPSS PARA LA HIPÓTESIS GENERAL	95
TABLA 48: RESULTADOS SPSS PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	96
TABLA 49: RESULTADOS SPSS PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	98

RESUMEN

Actualmente el sector de la construcción se ha ido incrementado más aun con el uso de nuevas tecnologías y programas especializados, en el rubro vial generalmente se busca conseguir una mejor conexión entre lugares de difícil acceso, permitiendo así una mejoría en las relaciones sociales y culturales.

En nuestro país el desarrollo económico depende del traslado de cierto productos y materias primas de ciudades a otras , en algunos caso ser trasladadas hacia los principales puertos para ser dirigidas hacia el exterior de país, sin embargo el tipo de topografía de nuestro país y aumento de vehículos es un desafío para los especialistas el diseño de caminos ya que el tiempo de vida del pavimento y la comodidad del usuario es un factor muy importante .Los actuales gobiernos locales invierten poco en sistemas de evaluación por un ahorro de costos pero que a las finales se produce una mayor inversión ya que el tipo de vida útil del pavimento dura mucho menos de lo esperado generalmente debido a que la superficie asfáltica recibe cargas que exceden a su capacidad portante , entre otros factores . Es por ello que se planteó la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera influye la evaluación del pavimento flexible para la Reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de Los Olivos 2018? En la siguiente investigación se plantea desarrollar la influencia de la evaluación del pavimento flexible para su posterior reconstrucción, para ello se tomó como muestra a una de las vías del Distrito de Los Olivos, apoyándonos en antecedentes nacionales como internacionales.

Se tomó dos metodologías para la evaluación de pavimentos flexibles, evaluación superficial mediante la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) y evaluación estructural mediante la viga Benkelman, cuyos resultados se tomaron en cuenta para un diseño basado en la Metodología AASHTO 93 que incluye el presupuesto para la reconstrucción de la mencionada vía.

Palabras Clave: PCI, viga Benkelman

ABSTRACT

Currently, the construction sector has been increased even more with the use of new technologies and specialized programs. In the road sector, it is generally sought to achieve a better connection between places of difficult access, thus allowing an improvement in social and cultural relations.

In our country, economic development depends on the transfer of certain products and raw materials from one city to another, in some cases to be transferred to the main ports to be directed towards the exterior of the country, however the type of topography of our country and increase of vehicles is a challenge for road design specialists because the life time of the pavement and user comfort is a very important factor. Current local governments invest little in evaluation systems for a cost saving but at the end a greater investment is produced since the type of useful life of the pavement lasts much less than expected generally because the asphalt surface receives loads that exceed its carrying capacity, among other factors. That is why the following research question was asked: How does the evaluation of the flexible pavement for the Reconstruction of Jr. José Santos Chocano of Los Olivos District 2018 influence? In the following investigation, the influence of the evaluation of the flexible pavement for its subsequent reconstruction is considered, for this purpose it was taken as a sample to one of the routes of the Los Olivos District, based on national and international antecedents.

Two methodologies were taken for the evaluation of flexible pavements, surface evaluation by means of the PCI (Pavement Condition Index) methodology and structural evaluation by means of the Benkelman beam, whose results were taken into account for a design based on the AASHTO 93 Methodology that includes the budget for the reconstruction of the aforementioned route.

Keywords: PCI, Benkelman beam

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A nivel mundial la industria en la construcción de vías ha ido desarrollándose y optimizándose debido al incremento, variedad de transporte y la conectividad conseguida entre cada uno de los destinos, en especial en los países donde hay lugares de difícil acceso.

En los últimos años la red vial juega un papel fundamental en el crecimiento de un país ya que a través de ese medio se hace posible las relaciones sociales y culturales. El traslado de personas y cargas a las ciudades de difícil acceso genera nuevos ingresos en otros rubros ahorrando tiempos y costos.

La red vial del Perú está compuesta por la red vial internacional (carretera Panamericana, carretera Interoceánica y carretera Marginal de la selva), la red vial nacional (longitudinal costa, sierra y selva) y una red vial regional (como el de la carretera de Iquitos a Nauta). El crecimiento económico de nuestro país depende en gran parte de la infraestructura vial. La mayoría de nuestros productos exportados son transportados por las carreteras desde diversas ciudades y regiones hacia los principales puertos.

Los desastres naturales como el fenómeno del niño y deslizamiento de tierras en estos últimos años nos han permitido tomar nuevos desafíos en la rehabilitación y construcción de caminos.

Asimismo, la topografía, el tipo de terreno existente en el Perú y la variabilidad de climas, hace que se cuente con caminos muy accidentados lo cual es una dificultad significativa en el diseño de vías y su rehabilitación.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones es el órgano responsable de todos los sistemas de transporte el cual cuenta con diversos sistemas y programas con la finalidad de reconstruir, mejorar y rehabilitar la red vial nacional.

Generalmente las grandes obras de infraestructura vial están a cargo de las Dirección General de Concesiones de Transportes, que otorga a personas jurídicas la ejecución de las obras de infraestructura a través de las licitaciones.

Para incorporar experiencia y recursos en el sector privado el Ministerio de Transportes da impulso a la promoción de inversión privada, con el fin de generar más puestos de trabajo, brindando más obras de infraestructura vial en el país, sin embargo, gran parte de concesionarias no cuentan con la experiencia necesaria y son seleccionados con un sistema deficiente de adjudicación.

Las concesiones en el sector transporte, se iniciaron en 1994 con la entrega de la carretera Arequipa – Matarani a la empresa CONCAR S.A., perteneciente al grupo Graña y Montero, dicha concesión realizó trabajos por más de 25 años, culminando con la entrega al Concesionario del Tramo 5 de la Carretera Interoceánica Sur, la cual conecta las regiones de Arequipa, Moquegua y Puno, permitiendo que éstas se integren con países como Brasil y Bolivia.

Según el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (Ositrán), la concesión vial vigente con mayor número accidentes por cantidad de autos es la del tramo 4 de Inambari - Azángaro, ubicada en la región Puno. La obra, que es parte de la Carretera Interoceánica, se inauguró en 2005 y tiene como empresa concesionaria a Intersur Concesiones S.A., también conocida como IIRSA Sur.

Según el Material contenido en el Dictamen de la Comisión de Transportes 2002-2003 sobre el Plan Estratégico de Desarrollo Vial se pueden reconocer 4 tipos de superficies para determinar el estado actual de una red vial , tenemos las carreteras asfaltadas , que son las que se encuentra en condiciones adecuadas para su uso , carreteras afirmadas , que son las que contiene más de una capa de afirmado , carreteras sin afirmar, que son las están a nivel subrasante y trocha que son las que no cuentan con las características geométricas de una carretera .

En nuestro país no existen vías de acceso en algunas de las zonas más profundas, esto debido a que la administración de recursos por parte del Ministerio de Transportes no ha sido manejada adecuadamente.

A sí mismo el Ministerio de Transporte y Comunicaciones se limita a emitir normas, procedimientos de ensayos y metodologías, como estrategias de rehabilitación y mantenimiento para poder ampliar los tiempos de utilidad de estos.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa de la Ineficiente Infraestructura vial en el Perú



Elaboración: Fuente Propia

En la Figura 1 se pueden observar las causas más significativas, las cuales son las responsables de que haya una ineficiente infraestructura vial en el Perú. Se pudo identificar que las causas principales dependen de 6 categorías, siendo el Gobierno local, el Ministerio de Transportes, el proceso constructivo, el deterioro de pavimentos, el medio ambiente y los estudios técnicos determinantes para lograr el aumento de una ineficiente infraestructura vial.

La ciudad de Lima cuenta con 10 provincias de las cuales el crecimiento demográfico se concentra en Lima Metropolitana. La falta de planificación urbanística en algunos distritos y el aumento del Sistema Integrado de Transportes, que es un conjunto de transportes existentes (metro, metropolitano, taxis, moto taxis, etc.) con la finalidad de brindar un fácil acceso en la ciudad, ocasionan una saturación en las principales vías y el deterioro de las vías que no están preparadas para soportar un gran volumen de vehículos.

El parque automotor la constituyen todos los vehículos que circulan por la ciudad, en el caso de Lima Metropolitana (incluyendo Callao), según las estadísticas el parque automotor se duplicó en los últimos 7 años, actualmente se tienen circulando 1'752.919 vehículos originando el 70% de contaminación de aire en la ciudad y el colapso de las vías causando el caos vehicular.

Cabe mencionar también que los sistemas como El Metropolitano y el Metro han tardado en concretarse en Lima Metropolitana comparación de otras capitales de Latinoamérica.

El distrito de los Olivos se encuentra ubicado geográficamente en la parte Norte de Lima Metropolitana, por lo que hace que las vías principales de los Olivos constituyan las arterias más transitadas de Lima Metropolitana interconectando a los 5 distritos que conforman el cono norte que son los distritos de Comas, Independencia, Puente de Piedra y San Martín de Porres.

Con respecto a la fuente de financiamiento para las obras publicas de los Olivos, esta proviene del Fondo de Compensación Municipal (FONCOMUN). Este gasto del FONCOMUN corresponde en un 70% para proyectos de Inversión y un 30% para gastos corrientes.

La estructuración vial actual del distrito está compuesta por la red vial primaria la cual está conformada por las vías regionales, sub regionales, vía expresa y arteriales, y la red vial secundaria conformada por las vías colectoras y locales.

El mayor flujo vial se encuentra en las avenidas Tomas Valle, que sirve de conexión al aeropuerto y la Vía Regional Panamericana Norte que conecta al Terminal terrestre Plaza Norte.

La falta de un buen diseño y ordenamiento en las vías mencionadas causan un gran congestionamiento de ellas. Actualmente existe Asentamientos Humanos en proceso de consolidación por la falta de asfaltado en las avenidas colindantes.

Las vías deben de brindar una seguridad al transportarse sobre ellas brindando las condiciones adecuadas ya que los pavimentos son diseñados para soportar las cargas de tránsito, cambios climatológicos y condiciones de drenaje. Sin embargo, los procesos constructivos no adecuados, la falta de evaluación como parte primordial en la gestión de vías, entre otros factores producen el deterioro en el estado de estas.

La siguiente investigación pretende evaluar el comportamiento del pavimento y definir si se encuentra en niveles óptimos para su transitabilidad ya que tanto las vías nacionales como los pavimentos locales raramente son evaluados. Los daños presentados pueden ser funcionales, cuando va relacionado al confort del usuario (textura, fricción superficial, trazado de carretera, fisuras) o estructurales cuando es relacionado a su condición física (agrietamiento, hundimientos, baches).

Para la presente investigación se ha seleccionado una vía local principal correspondiente al Jr. José Santos Chocano perteneciente al Distrito de Los Olivos-Lima. La condición actual de la vía mencionada es que se encuentra visiblemente deteriorada, se pretende determinar las causas y origen de su estado aplicando metodologías de evaluación superficial como estructural.

El método PCI (Pavement Condition Index) es una metodología de evaluación superficial que parte de la inspección visual, la cual es la herramienta fundamental para su aplicación, que da como resultado un indicador numérico el cual indica el grado de severidad de daño

de un pavimento, clasificándolo en un rango ya establecido. Es un método más sencillo ya que no requiere de equipos experimentados.

Muchas veces el deterioro del pavimento se debe a causa de fallas estructurales, ya que posteriormente hay tránsito de vehículos pesados en algunos pavimentos donde se transitaban vehículos menores en una etapa inicial, en este caso para la evaluación estructural se calculará la flexión elástica sobre el pavimento a través de viga de Benkelman, este equipo determina las deformaciones del pavimento frente a las cargas provenientes de los vehículos.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Se revisó antecedentes internacionales de estudios como:

Armijos, S. (2009). La investigación está titulada como “Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja” con motivo para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, en la ciudad de Loja –Ecuador. La investigación tuvo como objetivo primordial establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

Se consideró que metodología del PCI es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar la ciudad de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para el mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos en la ciudad de Loja.

Se pudo concluir que en las calles de la ciudad de Loja se debe cuantificar el valor del PCI para de esta manera, conseguir que se efectúen políticas de conservación y por consiguiente detener el deterioro de las calles. Conociendo el estado en que se encuentra las calles de la ciudad de Loja se podrá tomar decisiones acertadas en cada caso y se podrá definir un cronograma de rehabilitación e inclusive una estrategia de inversión.

Wolthuis, L. (2014). El investigador título a su proyecto de investigación: “Decision Support System to conduct Life Cycle Cost Analysis for service life road pavement design using an object oriented model” con motivo para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad de Twente, en la ciudad de Enschede –Pasises Bajos. Este estudio tuvo como objetivo principal el análisis de costos del ciclo de vida del Diseño del Pavimento.

El análisis del costo del ciclo de vida (LCCA) es una metodología para comparar y evaluar decisiones a corto y largo plazo de forma objetiva.

Los factores relacionados a la evaluación de la planificación de la vida útil (SLPA) para el diseño de pavimentos de carreteras podrían ser empleado en un modelo orientado a otras obras de infraestructura en general, para establecer el enfoque en la toma de decisiones hacia la generación alternativa y evaluación.

El estudio se refiere a la investigación sobre cómo las decisiones de SLPA podrían relacionarse con la LCCA en un modelo matemático para apoyar a quienes toman decisiones durante las primeras etapas de desarrollo referente a la estrategia de ejecución, uso de materiales y composición del asfalto.

Esta investigación se centró en el desarrollo de un sistema de apoyo a la decisión (DSS) para evaluar alternativas competitivas basadas en la vida útil del Pavimento.

Esta investigación demostró que es posible relacionar las decisiones de SLPA con LCCA de una manera matemática.

Para evaluar alternativas competitivas, las características de rendimiento del material se utilizan directamente para el costo.

Becerril, A. y Miranda, D. (2016) La investigación se titula: “Procedimiento Constructivo de Pavimentos Flexibles en la carretera: Barranca Larga en el Estado de Oaxaca”, con motivo para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México, en la ciudad de México - México. Tuvo como su objetivo general el dar a conocer cada una de las etapas utilizadas en la elaboración de infraestructuras de transportes, empleando pavimentos flexibles por medio de un procedimiento constructivo, estableciendo criterios y aplicando normas para su realización durante su proceso de construcción, ayudando a comprender de una manera descriptiva y viable dicho procedimiento. Este estudio se basa en la descripción del procedimiento constructivo de

una carpeta asfáltica flexible, la descripción de las definiciones de las carreteras, las características, método de construcción y todas las especificaciones necesarias.

Sotiriadis, G. (2016). La investigación esta titulada como: “Asphalt transport pavements: causes of deterioration, methods of maintenance and suggestions /guidelines for new smart methods”, con motivo para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Tecnologia de Cyprus, en la ciudad de Chipre – Chipre. El objetivo general es mostrar algunas de las técnicas modernas de construcción, evaluación de pavimento, productos de mantenimiento y las respectivas empresas que los producen.

El estudio presenta los tipos de deformación que se encuentran en los pavimentos, así como una serie de tipos de mantenimiento, junto con nuevas ideas y soluciones sugeridas del exterior.

Menciona que a través de la inspección visual se identifica el desgaste de la superficie de la carretera, que se toman en cuenta al evaluar la capacidad de carga de la carretera para completar construcción de la evaluación. El daño puede deberse a la reducción de la fuerza del pavimento y, por lo tanto, tienen una naturaleza estructural, pero pueden no estar relacionados con la capacidad y, por lo tanto, ser operacional.

Concluye que los proyectos de transporte y particularmente la infraestructura vial son muy esenciales para el funcionamiento apropiado de una sociedad. El mantenimiento de la carretera es importante tanto para garantizar el tráfico seguro y sin obstáculos y el otro para la gestión eficiente del tráfico y proporcionar los servicios necesarios para los usuarios. Por esta razón, las carreteras deben estar en buenas condiciones para permitir el funcionamiento adecuado de la red vial.

Díaz, S. (2016). La investigación esta titulada como: “Factores Que Influyen En El Deterioro Del Pavimento Flexible De La Avenida Universitaria Del Cantón Babahoyo De La Provincia De Los Ríos”, con motivo para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad de Guayaquil, en la ciudad de Guayaquil– Ecuador. El objetivo general es desarrollar un estudio que permita conocer los factores que incluyen en el deterioro del pavimento existente.

El pavimento fue evaluado con las técnicas más tradicionales como inspecciones visuales para determinar el índice de estado del pavimento, cálculo de deflexiones y estudio del tránsito. El cálculo de deflexiones se hizo mediante el método no destructivo de la viga

Benkelman así mismo se realizaron calicatas para determinar las condiciones de cada estrato del suelo.

Para la rehabilitación del pavimento el autor presento dos alternativas: La primera alternativa consistió en un diseño de pavimento nuevo con un sistema de drenaje interno.

Y la segunda alternativa correspondió en un diseño de pavimento nuevo en donde los coeficientes de drenaje primero fueron estimados y los cuales fueron determinados con cálculos.

El método de diseño fue el AASHTO 93 que permitió mejorar las condiciones del flujo de tráfico y reducir las demoras del tráfico.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Se revisó antecedentes internacionales de estudios como:

Fernández, E. (2011), La investigación esta titulada como: “Evaluación, Construcción, Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Vial Urbano del Distrito los Olivos”, con motivo para obtener el Título de Ingeniería Civil en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, en la ciudad de Lima. Tuvo como objetivo general la evaluación de la pavimentación de todas las vías del Distrito de los Olivos y realizar un análisis del estado de la infraestructura vial del distrito proponiendo un plan de mantenimiento de las vías ejecutadas.

El aporte de la investigación fue la asignación presupuestal para el desarrollo para todo el sistema vial del distrito de los Olivos. Considerando un monto a asignar por parte de la Municipalidad hacia un plan de trabajo con la finalidad de llevar una constante y detallada información del sistema vial y que permita tener la justificación técnica de la asignación presupuestal que proporcione el gobierno local.

Se pudo concluir de investigación que no existe monitoreo constante en la ejecución de trabajos con respecto al sistema vial de la ciudad por parte de la Municipalidad, así mismo las inversiones que se realizan para el sistema vial muchas de las veces no están independientes, se encuentran mezcladas con otros rubros de presupuestos analíticos.

Rengifo, H. (2014), La investigación esta titulada como: “Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)”, con motivo para obtener el título en Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad

Católica del Perú, en la ciudad de Lima. El objetivo de la investigación fue la propuesta del diseño de un nuevo pavimento en un kilómetro de la Panamericana Norte.

Para el desarrollo de dicha investigación se consideraron para el diseño del pavimento flexible los métodos de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la del Instituto del Asfalto (IA).

En caso del pavimento rígido se consideraron los métodos de diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y la de la Portland Cement Association (PCA).

De métodos analizados para cada pavimento se eligió la mejor opción considerando los costos para el diseño mediante un análisis económico. Asimismo, se aplicaron para la evaluación, estudios de mecánica de suelos con fines de pavimentación para determinar el material de la subrasante existente, estudios pluviométricos para determinar el clima de la zona y estudios de canteras para evaluar si el material cumple con las especificaciones necesarias para el proceso constructivo del diseño de la carretera.

La metodología del PCA para pavimentos rígidos genera como resultado que los espesores de capa son menores que las del método AASHTO.

En cuanto a los pavimentos flexibles el método del Instituto del Asfalto (IA) es más directo arrojando un número estructural menor que la del método AASHTO

Por lo que se pudo concluir que para el diseño es conveniente usar la metodología del PCA para el pavimento de tipo rígido y por el de la AASHTO para el flexible.

Referente a la alternativa de costo, el pavimento flexible tuvo un costo más considerable que la del pavimento rígido.

Chávez, E. (2015), La investigación esta titulada como: “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel-Pablo, tramo San Miguel-SUNUDEN, mediante el análisis deflectométrico” con motivo para obtener el título en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la ciudad de Cajamarca. La investigación tuvo por objetivo evaluar el comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel- Pablo de la Ciudad de Cajamarca mediante la viga Benkelman, el cual mide las deflexiones del pavimento. La medida de la deformación se realiza cuando el vehículo pasa sobre el área de ensayo.

Se determinó el comportamiento estructural de las capas del Pavimento flexible de la vía mencionada, mediante el análisis deflectométrico. Después del previo análisis se mostró

que dicha carretera presenta actualmente un comportamiento de mala calidad. Por lo que no se garantiza una estructura de comportamiento satisfactorio. De esta manera se brinda una propuestas de reconstrucción al 100% de la vía, con el fin de brindar una mejor transitabilidad tanto del transporte de carga como de pasajeros.

El aporte de la siguiente investigación fue poder servir de guía para otros proyectos de investigación que desarrollen una evaluación estructural de pavimentos.

Finalmente se concluye que el análisis deflectométrico de una vía, nos indica cual es el comportamiento estructural de dicha vía, en cualquier punto de su vida útil.

Leguía, P. y Pacheco, H. (2016), La investigación esta titulada como: “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)”, con motivo para obtener el Título en Ingeniería Civil de la Universidad San Martín de Porres, en la ciudad de Lima-Perú. El estudio tuvo como objetivo general la evaluación de las vías principales de la ciudad de Huacho utilizando el método PCI para ver las condiciones del pavimento flexible de dicha ciudad.

El estudio empieza con un estudio preliminar de la zona, posteriormente se obtuvieron un número de muestras, posteriormente se identificaron los parámetros correspondientes para calcular el índice de condición y de esta manera determinar el estado del pavimento respecto a su integridad estructural y la integridad que brinda al usuario

El PCI es un indicador numérico que indica la escala en la cual se encuentra el estado del pavimento. Mediante el método PCI se pudo determinar el tipo de fallas presentadas y el estado de conservación del pavimento, a partir de estos resultados se puede determinar el porcentaje de la condición obtenido por cada tramo y esta manera determinar el tipo de tratamiento correspondiente para cada tramo evaluado.

Hernández, G. y Torres, J. (2016), La investigación esta titulada como: “Evaluación Estructural y propuesta de Rehabilitación de la Infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, tramo carretero Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya de la Torre”, con motivo para obtener el Título en Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán en la ciudad de Chiclayo, Tuvo como objetivo general el análisis de la infraestructura de la Av. Fitzcarrald y proponer su rehabilitación.

Para el desarrollo de la investigación se realizaron estudios topográficos, estudios del tráfico de tramo seleccionado, y ensayos en situ del laboratorio para evaluar su estructura y compararlos con los resultados del expediente técnico presentado.

El aporte que tuvo la investigación fue la propuesta presentada para la rehabilitación y de qué manera la población colindante se beneficiará con la mejora de dicha infraestructura.

Se puede concluir que el deterioro de la Infraestructura en la vía seleccionada se debe a serias deficiencias y errores del expediente técnico, los ensayos en situ no cumplieron con las especificaciones técnicas, la incompatibilidad del mismo con la ejecución, los deficientes procesos constructivos que incluyen una mala calidad de materiales empleados en la conformación de las capas estructurales del pavimento asfáltico.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. EVALUACIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE

“La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie y estructura de este, para de esta manera poder adoptar las medidas necesarias de reparación y mantenimiento” (Medina y De La Cruz, 2015, p 28).

La evaluación de pavimentos nos va a permitir obtener el estado situacional de la vía y establecer las medidas correctivas para el adecuado funcionamiento de estos (Medina y De La Cruz, 2015, p 28).

1.3.1.1. MÉTODO PCI (Pavement Condition Index)

Es una metodología superficial (no requiere de equipos) el cual da como resultado un indicador numérico que mediante rangos establecidos permite conocer la condición en la cual se encuentra el pavimento.

Tabla 1: Correlación de categoría de acción con un rango de PCI

PCI	Clasificación
85 – 100	Excelente
70 – 85	Muy Bueno
55 – 70	Bueno
40 – 55	Regular
25 – 40	Malo
10 – 25	Muy Malo
0 – 10	Fallado

Elaboración: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433-03

- **Clasificación de Fallas**

- ✓ Piel de Cocodrilo

La piel de cocodrilo o también denominado agrietamiento por fatiga se refiere a una serie de fisuras conectadas entre sí causadas por acción de la fatiga de la superficie asfáltica sometida a constantes cargas de tráfico.

Tabla 2: Nivel de severidad – Piel de cocodrilo

Nivel de severidad	Descripción
L	Estas fisuras son finas longitudinales con recorrido paralelo entre ellas
M	Estas son ligeramente descascaradas
H	Se forman piezas que se encuentran bien definidas, algunas de estas piezas pueden oscilar o moverse bajo el tráfico

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 2: Falla tipo Piel de cocodrilo



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

- ✓ Exudación

La exudación es la presencia de una película de material bituminoso en forma de mancha, la cual crea una superficie brillante generalmente pegajosa, esta es causada por la

aplicación de cantidades excesivas de asfalto, bajos contenidos de aire, deposición de aceites caídos de los vehículos, o por concentración de residuos de combustibles no quemados.

Tabla 3: Nivel de severidad- Exudación

Nivel de Severidad	Descripción
L	Es percibida por algunos días, el asfalto aun no es pegajoso
M	Cuando la exudación llega al punto de pegarse a las llantas de los vehículos y zapatos durante algunas semanas en el año
H	Cuando ya el asfalto se vuelve pegajoso durante varias semanas en el año.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 3: Falla tipo Exudación



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²)

✓ Fisuras en bloque

Son figuras interconectadas que dividen el pavimento en forma de bloque son causadas porque el asfalto no se ha endurecido significativamente, a diferencia de la piel de cocodrilo esta presenta mayor cantidad de fragmentos pequeños a comparación de las fisuras en bloque.

Tabla 4: Nivel de severidad – Fisuras en bloque

Nivel de severidad	Descripción
L	Los bloques están definidos por grietas de baja severidad
M	Los bloques están definidos por grietas de mediana severidad
H	Los bloques están definidos por grietas de alta severidad

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 4: Falla tipo Fisuras en bloque



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²)

✓ Abultamientos y Hundimientos

Los abultamientos son desplazamientos por encima de la superficie asfáltica causados por la inestabilidad del pavimento, mientras que los hundimientos son desplazamientos por debajo de la superficie asfáltica causados generalmente por la infiltración y acumulación de material en una grieta en combinación con cargas de tráfico (algunas veces llamado “tenting”)

Tabla 5: Nivel de severidad – Abultamientos y Hundimientos

Nivel de severidad	Descripción
L	Los abultamientos y hundimientos ocasionan una baja calidad de transitabilidad.
M	Los abultamientos y hundimientos ocasionan una mediana calidad de transitabilidad.
H	Los abultamientos y hundimientos ocasionan una alta calidad de transitabilidad.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 5: Falla tipo Abultamiento



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 6: Falla tipo Hundimiento



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida (ambos casos): metros cuadrados (m²).

✓ **Corrugación**

Es un conjunto de depresiones a intervalos regulares en sentido perpendicular generalmente a menos de 3 metros en forma de ondulaciones causado por la carga vehicular junto a una inestabilidad de las carpetas asfálticas.

Tabla 6: Nivel de Severidad – Corrugación

Nivel de severidad	Descripción
L	Las corrugaciones ocasionan una baja calidad de transitabilidad.
M	Las corrugaciones hundimientos ocasionan una mediana calidad de transitabilidad.
H	Las corrugaciones ocasionan una alta calidad de transitabilidad.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 7: Falla tipo Corrugación



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III.

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Depresión

Son áreas visiblemente bajas a nivel del pavimento, notorias claramente después de la lluvia, estas son causadas por el asentamiento de la subrasante o por un mal proceso constructivo en las capas de la superficie del concreto.

Tabla 7: Nivel de severidad – Depresión

Nivel de severidad	Descripción
L	Profundidad de la depresión - 13 a 25mm (1/2 a 1 pulgada)
M	Profundidad de la depresión - 25 a 50mm (1 a 2 pulgadas)
H	Profundidad de la depresión - Más de 50mm (2 pulgadas)

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 8: Falla tipo Depresión



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²)

✓ Fisura de borde

Son fisuras al borde externo del pavimento generalmente a 0.30 a 0.60 metros de este causado por carga vehicular, variaciones climáticas o falta de soporte lateral.

Tabla 8: Nivel de severidad – Fisura de borde

Nivel de Severidad	Descripción
L	Bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.)
M	Mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento.
H	Fragmentación o desprendimiento considerable a lo largo del borde

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 9: Falla tipo Fisura de borde



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros lineales (m)

✓ Fisura de reflexión de junta

Este daño solo ocurre solamente en pavimentos flexibles construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de losa de concreto, inducido por temperatura o humedad.

Tabla 9: Nivel de severidad – Fisura de reflexión de junta

Nivel de severidad	Descripción
L	Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada), o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones)
M	Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas) rodeada de fisuras secundarias leves; o, fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras secundarias leves
H	Cualquier fisura con o sin relleno rodeada de fisuras secundarias de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas); o, fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100mm (4 pulgadas) del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 10: Falla tipo Fisura de reflexión de junta



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros lineales (m)

✓ Desnivel carril-berma

Esta falla es ocasionada por la erosión de la berma, asentamiento de la berma o colocación de nuevas capas sin el debido ajuste del nivel de la berma.

Tabla 10: Desnivel carril-berma

Nivel de severidad	Descripción
L	La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor de 25mm y menor de 50 mm.
M	La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor de 50 mm y menor de 100 mm.
H	La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor de 100 mm.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 11: Falla tipo Desnivel carril –berma



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

✓ Fisura longitudinales y transversales

Estas fisuras son paralelas al eje central del pavimento en las que fue construido, las cuales pueden ser causadas por una junta de carril pobremente destruida, contracción de la superficie debido a las bajas temperaturas.

Tabla 11: Fisuras longitudinales y transversales:

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando la fisura sin relleno tiene un ancho menor a 10 mm aun el material de relleno se encuentra en buenas condiciones.
M	Cuando la fisura sin relleno tiene un ancho mayor a 10 mm y menor que 75 mm rodeada de fisuras leves.
H	Cuando la fisura con o sin relleno tiene un ancho mayor a 10 mm y mayor que 75 mm , rodeado de fisuras secundarias.

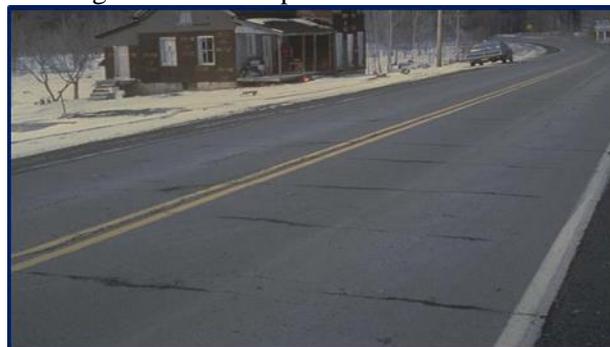
Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 12: Falla tipo Fisuras longitudinales



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 13: Falla tipo Fisuras transversales



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros lineales (m).

✓ Parches

Se considera como parche como un área del pavimento que ha sido reemplazada para volver su estado inicial pero generalmente esta no se comporta como lo hace una sección original del pavimento.

Tabla 12: Nivel de severidad en Parches

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando el parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de transitabilidad es considerada como de baja severidad.
M	Cuando el parche se encuentra levemente deteriorado y la calidad de transitabilidad es considerada de mediana severidad.
H	Cuando el parche se encuentra muy deteriorado y la calidad de transitabilidad es considera de alta severidad.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 14: Falla tipo Parches



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Agregado pulido

El agregado pulido existe cuando la porción del agregado que se extiende por el asfalto es muy pequeña, este agregado es suave al tacto.

Este tipo de falla se identifica cuando los valores de ensayos de resistencia al deslizamiento son bajos o han descendido considerablemente respecto a evaluaciones previas.

No existen niveles de severidad para esta falla.

Figura 15: Falla tipo Agregado pulido



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Baches

Los baches son pequeñas depresiones que no superan los 750 mm de diámetro causados por el agua filtrada en las grietas de una carretera y por un fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad.

Tabla 13: Nivel de severidad en baches

Máxima profundidad de baches	Diámetro promedio		
	100 a 200 mm	100 a 200	100 a 200
13 a \leq 25mm	L	L	M
>25 y \leq 50 mm	L	M	H
> 50 mm	M	M	H

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 16: Falla tipo Baches



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Ahuellamiento

Un ahuellamiento es una depresión superficial a lo largo de donde transitan las ruedas de los vehículos ocasionando la deformación de las capas de la subrasante o pavimento causados generalmente por las cargas de tráfico.

Tabla 14: Nivel de severidad en Ahuellamiento

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando el ahuellamiento está comprendido entre 6 a 13 mm.
M	Cuando el ahuellamiento está comprendido entre 13 a 25 mm.
H	Cuando el ahuellamiento está comprendido entre 25 mm .

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 17: Falla tipo Ahuellamiento



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Desplazamiento

Este daño normalmente ocurre en mezclas de asfalto de líquidos inestables (cutback o emulsión), es un corrimiento longitudinal que se producen cuando el transito empuja contra el pavimento produciendo una onda corta y abrupta en la superficie.

Tabla 15: Nivel de severidad en desplazamiento

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando el desplazamiento genera una calidad de transito de baja severidad.
M	Cuando el desplazamiento genera una calidad de transito de media severidad.
H	Cuando el desplazamiento genera una calidad de transito de alta severidad.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 18: Falla tipo Desplazamiento



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Fisuras parabólicas

Son fisuras en forma e media luna generalmente en la misma dirección del tránsito o en forma transversal, producidas por la acción de frenado de las llantas o cambio de dirección por lo que hace que la superficie se deforme.

Tabla 16: Nivel de severidad en fisuras parabólicas

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando el ancho promedio de la fisura es menos a 10 mm.
M	Cuando el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40 mm o el área que rodea la fisura esta descascarada en forma moderada
H	Cuando el ancho promedio de la fisura es > 40 o el área que rodea la fisura esta fracturada e pequeñas piezas movibles.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 19: Falla tipo Fisura Parabólica



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²)

✓ Hinchamiento

Este tipo de falla se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento en forma de una onda larga con una longitud mayor de 3 metros, este puede estar acompañado de agrietamiento superficial y son causados por suelos expansivos. Los suelos expansivos son suelos arcillosos inestables con presencia de humedad, su característica principal es experimentar cambios de volumen cuando varía su contenido en líquido.

Tabla 17: Nivel de severidad en hinchamientos

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando el hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad baja.
M	Cuando el hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
H	Cuando el hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad alta

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 20: Falla tipo Hinchamiento



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

✓ Desprendimiento de agregados

Es el desgaste de la superficie del pavimento es la pérdida del ligante asfáltico (componente de la mezcla asfáltica), poca proporción de la cantidad de este o porque se ha endurecido considerablemente. Este puede ser causado por ciertos tipos de tráfico, El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Tabla 18: Nivel de severidad en desprendimientos de agregados

Nivel de severidad	Descripción
L	Cuando el ligante ha empezado a desprenderse levemente. En el caso de derrames las manchas son visibles y la superficie se encuentra dura.
M	Cuando el ligante se ha desprendido ligeramente. En el caso de los derrames la superficie se encuentra suave.
H	Cuando el desprendimiento del ligante y del agregado es considerable, se presentan fallas tipo bache aproximadamente menores de 10 mm de ancho y 13mm de profundidad. En el caso de derrames el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y la textura de la superficie es rugosa.

Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Figura 21: Falla tipo desprendimiento de agregados



Fuente: Manual en Evaluación de Pavimentos - Maestría en vías terrestres, módulo III

Unidad de medida: metros cuadrados (m²).

- **Condición del Pavimento**

Para determinar la condición del estado situacional del pavimento se procede a determinar el índice numérico del PCI de la siguiente manera:

- Características principales de la vía
- División de unidades de muestra

Para la división de cada unidad de muestra que es la porción de pavimento a evaluar, para pavimentos flexibles, con un ancho menor a 7.30, el área de muestreo

Tabla 19: Longitud de la unidad de muestra para la evaluación PCI, según el ancho de calzada

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máx.)	31.50

Fuente: Curso de Gestión de Conservación vial - Maestría en vías terrestres módulo IV

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, a este valor se lo redondea a un número entero quedando que el número total de unidades demuestra (N).

✓ Determinación de las unidades de muestreo para la muestra

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento flexible, esto basado en datos obtenidos en campo de evaluaciones anteriores con las mismas condiciones y características similares de la vía.

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

En donde:

- n= es el número de unidades mínimo a evaluar
- N= número total de unidades de muestreo en la sección de pavimento
- e= error admisible (e=±5%)
- σ = desviación estándar del PCI entre las unidades

Con ello se obtienen “N” cantidades de muestra de las cuales “n” deben de ser evaluadas.

✓ Selección de unidades de muestreo para inspección

El intervalo de muestreo fue determinado por la siguiente formula:

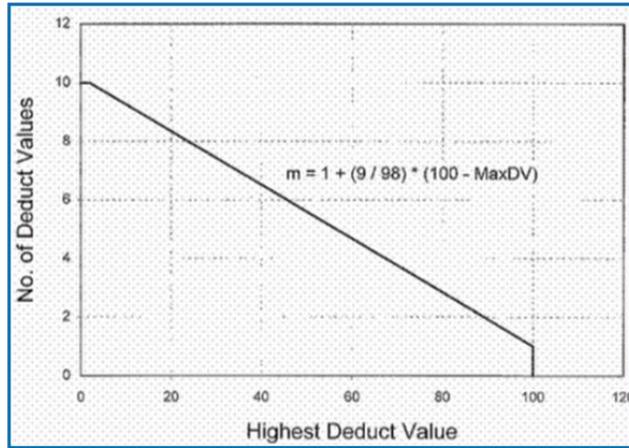
$$i = N/n$$

Donde:

- N= número total de unidades de muestreo disponible
 - n = número mínimo de unidades a evaluar
 - i = intervalo de muestro, se redondea al menor número entero inferior
- ✓ Determinación del PCI en el tramo de estudio
- a. Registrar el tamaño de la muestra medido mediante el odómetro manual o vincha.
 - b. Registrar en el formato indicado en la tabla 03 la cantidad de cada tipo de falla i identificable, en metro cuadrado, metro lineal o número de ocurrencias, según sea el caso y en qué nivel de severidad está ubicado, si es que es leve, moderado o severo (L, M, H).
 - c. Una vez recopilada la información para obtener la densidad porcentual, se divide la cantidad total de cada tipo de falla, entre el área total de la unidad de muestra y expresar el resultado en porcentaje.
 - d. Se determina el valor deducido (DV) para cada tipo de falla, utilizando las curvas de valor deducido de daños.
 - e. Con los resultados obtenidos se calcula el “Valor Deducido Corregido” (CDV) de la siguiente manera:
 - Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es > 2 , se usa el “valor deducido total”, obtenido en el último paso, de lo contrario deben seguirse los pasos que se describen a continuación.
 - Se coloca de forma descendente los valores deducidos
 - Se determina el número máximo de valores deducidos mediante la siguiente ecuación:

$$m_i = 1 + 9/98(100 - HDV_i)$$

Figura 22: Grafica del Máximo Valor Deducido



Fuente: Curso de Gestión de Conservación vial - Maestría en vías terrestres módulo IV

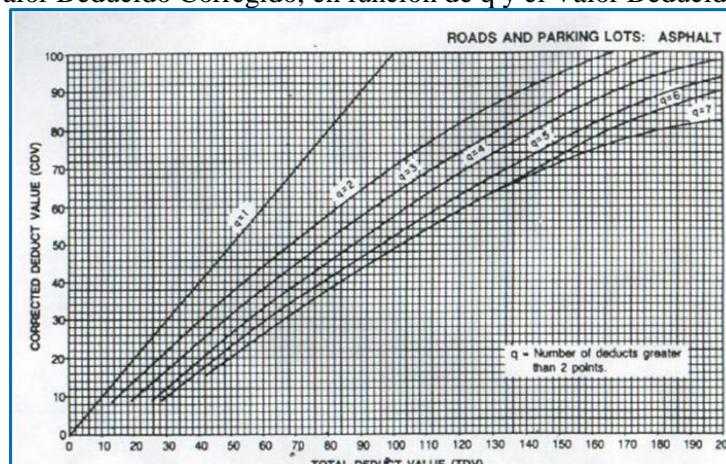
Mediante un proceso iterativo se registra el número de valores deducidos > 2.0 y la cantidad de estos (q) para hallar el valor deducido total que es la suma de todos los valores deducidos, para posteriormente recurrir a la figura 29 y obtener el Máximo valor deducido Corregido (TDV).

Tabla 20: Formato para la obtención del Máximo Valor Reducido Corregido (CDV)

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

Fuente: Díaz (2014)

Figura 23: Valor Deducido Corregido, en función de q y el Valor Deducido Total (TDV)



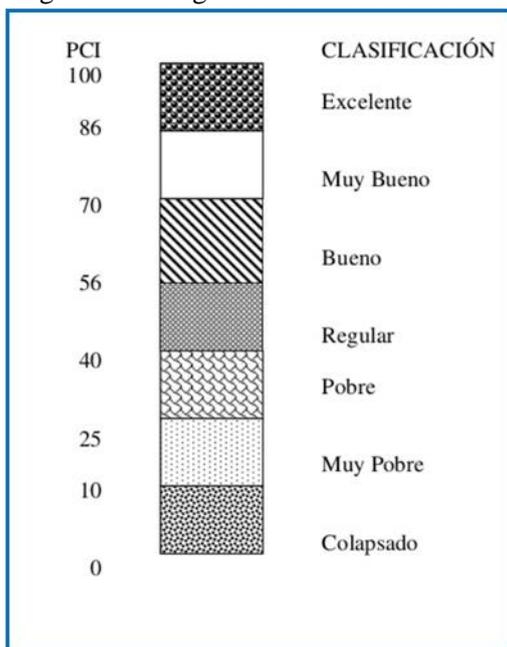
Fuente: Díaz (2014)

f. Luego de haber hallado todos los valores deducidos corregidos (CVD) se escoge el mayor para el cálculo del PCI haciendo uso de la siguiente formula:

$$PCI = 100 - \text{máx. } CDV$$

g. El PCI del pavimento es el promedio obtenido de todas las muestras.

Figura 24: Rangos de clasificación del PCI



Fuente: Curso de Gestión de Conservación vial - Maestría en vías terrestres módulo IV

Tabla 21: Resumen de Categoría de acciones según PCI

Rango PCI	Categoría de acción
100 – 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85-60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60-40	Mantenimiento Correctivo
40-25	Rehabilitación – Esfuerzo estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Construcción

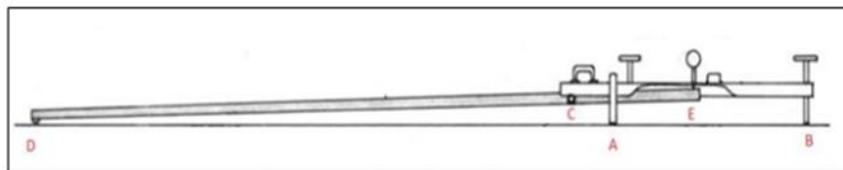
Fuente: Sotil (2016)

1.3.1.2. ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN

Es una evaluación estructural orientado más para un diseño de pavimentos o para un cambio significativo de la vía en donde se realiza un ensayo no destructivo (no producen roturas en la estructura a evaluar) con un instrumento conocido como la viga Benkelman.

Esta metodología basada en el Modelo de Hogg, El modelo de Hogg permite diferenciar cada uno de los materiales que conforman el pavimento en base a las deflexiones las cuales son medidas con la viga Benkelman. Mediante la interpretación de las curvas de deflexiones se obtiene el módulo de elasticidad de la subrasante y con este valor hallar la capacidad portante (CBR).

Figura 25: Esquema viga Benkelman



Fuente: Bustamante (1996)

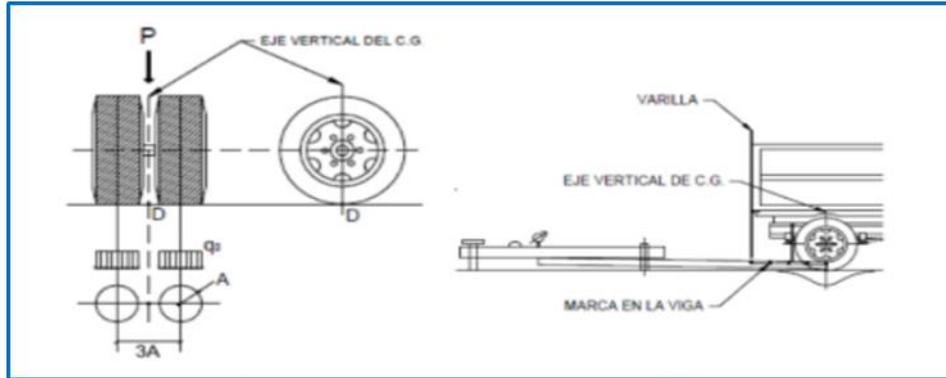
Este instrumento es el más utilizado para medir la deflexión del pavimento que es generado por el paso de ruedas de vehículos pesados, fue desarrollado por Alvin Carlton Benkelman en el año 1952.

Consiste en un dispositivo sencillo que funciona bajo una palanca, usada con un camión de 80 kN, en un eje simple de ruedas dobles, infladas a entre 480 y 550 kPa.

La medida se realiza situando la punta de la viga en el centro de la rueda doble, y midiendo la recuperación de la deformación del pavimento a medida que el camión se aleja.

Los resultados de las deflexiones se leen en un dial indicador que va sujeto en la palanca.

Figura 26: Configuración de la viga Benkelman



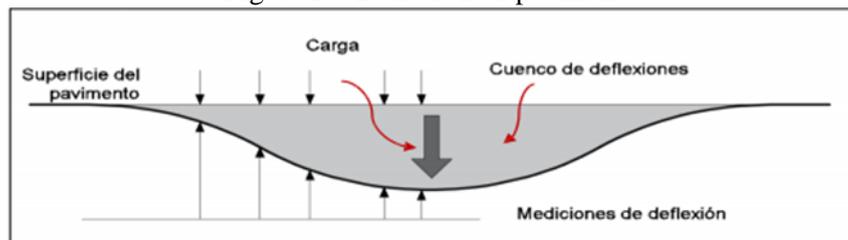
Fuente: Bustamante (1996)

La viga consta de dos partes, un cuerpo que se sitúa en el terreno sostenida por 3 apoyos, 1 fijo en la parte de adelante y 2 regulables en la parte trasera y un brazo regulable acoplada al apoyo fijo de adelante mediante un pivote, uno de los extremos se encuentra apoyado sobre el terreno y el otro se encuentra en contacto con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical. En algunos casos el equipo posee un vibrador incorporado que evita cualquier interferencia exterior que afecte las lecturas.

• Deflexión de Pavimentos

La deflexión de pavimentos es una deformación vertical con profundidad bajo a un punto de donde se aplica una carga representado una respuesta sobre la carga recibida sobre la superficie del pavimento.

Figura 27: Deflexión en pavimentos



Fuente: Bustamante (1996)

✓ Trabajo de Campo

a.-El punto de donde se iniciará el ensayo en el pavimento deberá ser marcado por una línea transversal, además ese punto debe ser colocada a cierta distancia del borde esto dependiendo del ancho del carril según la tabla 32: Se recomienda tomar cada punto cada 50 o 100 m de distancia.

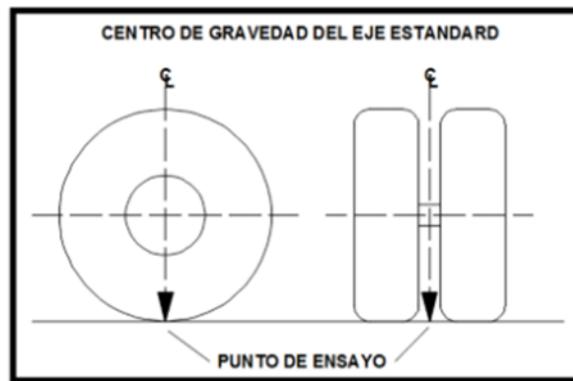
Tabla 22: Distancia del punto de ensayo según el ancho de carril

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.60 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

Fuente: García Espinoza (2009)

b.- El punto seleccionado deberá estar entre las 2 llantas de la rueda externa el camión. Para una ubicación más precisa se recomienda colocar una guía vertical (varilla) alineada longitudinalmente al eje de carga para hacer coincidir la línea transversal deslizado el camión lentamente.

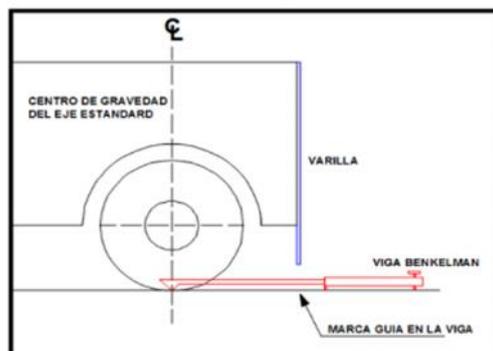
Figura 28: Ubicación del centro de gravedad del eje posterior de la llanta – PCI



Fuente: García Espinoza (2009).

c.-Se coloca la viga sobre el pavimento en dirección de la rueda externa perpendicularmente al eje de carga de tal manera que la punta del brazo móvil coincida con el punto que fue marcado en el paso anterior. La viga no debe rozar con las cubiertas de las llantas de la rueda dual.

Figura 29: Alineamiento del brazo de la Viga con en el centro de las llantas – PCI



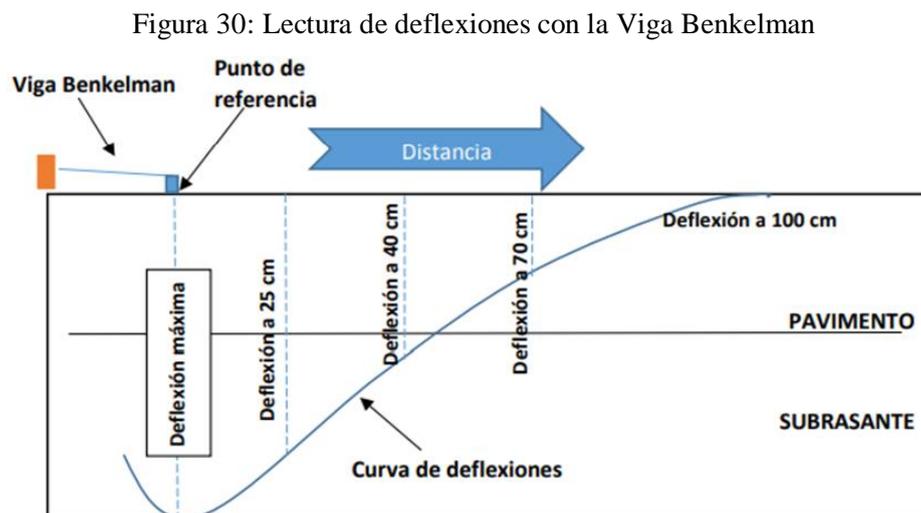
Fuente: García Espinoza (2009).

d.- Se toma la temperatura del pavimento, realizando un pequeño agujero con un clavo en el pavimento en donde se colocará un termómetro 30 segundos aproximadamente, hasta alcanzar su mayor temperatura.

e.- Se retiran los seguros de los brazos móviles y se ajusta a la base de la viga mediante el tornillo trasero de manera que los brazos móviles de medición queden en contacto con el indicador del dial.

f.- Se coloca el dial del micrómetro en cero, y mientras el camión se desplaza muy lentamente con una velocidad aproximadamente de 1 km/h, el dial medirá la recuperación del pavimento tomando las lecturas conforme el vehículo avance cada 25 cm hasta el retiro total de este.

Como norma se realiza marca adicional a una distancia de 25 cm. para la deflexión que servirá para el cálculo del radio de curvatura. Seguidamente se realiza a los 50, 75 y 100 pudiendo variar estas últimas, los cuales ayudaran a un mejor análisis.



Fuente: Balarezo (2017).

g.-Se realiza una lectura final cuando el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo hasta una distancia de 4 a 5 metros aproximadamente en que el indicador del dial ya no tenga movimiento.

h.- Las mediciones se realizarán en cada progresiva de la vía.

✓ Cálculo de las deflexiones

Para el cálculo de deflexiones mínimas se calcula la diferencia entre la lectura final y las demás lecturas. La diferencia se multiplica por la relación de brazos de la viga Benkelman utilizada (1: n).

$$D_i = (L_f - L_i)$$

Donde:

- D_i : Deflexión en la medida i .
 - L_f : Lectura en la medida final.
 - L_i : Lectura en la medida i .
- ✓ Corrección de las deflexiones por efecto de la temperatura

Para un pavimento, las deflexiones aumentan conforme se incrementa la temperatura de la carpeta asfáltica, atribuido a disminución de la rigidez de las capas subyacentes.

Para corregir la deflexión se corrigen respecto a una temperatura estándar de 20 °C, mediante la siguiente fórmula:

$$D_{20^\circ C} = \frac{D_t}{(K \times (t^\circ - 20^\circ) \times h) + 1}$$

Donde:

- $D_{20^\circ C}$: Deflexión corregida por temperatura
- h : Espesor teórico de la carpeta asfáltica en cms
- t : Temperatura del pavimento en °C
- K : $1 \times 10^{-3} \text{ *1/cm }^\circ C$ (grados Kelvin)

✓ Cálculo de parámetros

a.- Deflexión Promedio: Usamos ecuación:

$$D_{\text{Prom}} = \sum_{i=1}^n D_i$$

b.- Desviación estándar: Usamos la ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{\text{Prom}})^2 / (n - 1)}$$

c.- Deflexión característica:

Es el valor medio que define el estado estructural del pavimento. Usamos la ecuación:

$$D_c = D_{\text{Prom}} + t\sigma$$

Donde:

- D_{Prom} : Deflexión promedio de los valores individuales D_0 corregidos
- t : Coeficiente que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica
- σ : Desviación estándar

d. Deflexión admisible: Usamos la ecuación de deflexión admisible

$$D_a = \left(\frac{1.15}{N_{18}}\right)^{1/4}$$

Donde:

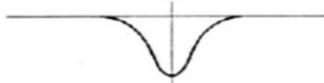
- N_{18} : Numero repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton (millones).

Nota: Los valores de N_{18} resultan del estudio de tránsito, el cual integra los conteos de vehículos, el pesaje de los vehículos de mayor capacidad y hallar los factores equivalentes de carga y tasas de crecimiento anual de tránsito.

Ecuación de deflexión crítica:

$$D_{CR} = \left(\frac{1.90}{N_{18}}\right)^{1/5.3}$$

Figura 31: Característica de pavimento según el cuenco de deflexiones

Tipo	Cuenca de deflexiones	Curva medida	Pavimento evaluado
I		Curva extensa Poco Profunda	Buen Pavimento Buena Subrasante
II		Curva extensa Profunda	Buen Pavimento Mala Subrasante
III		Curva corta Poco Profunda	Mal Pavimento Buena Subrasante
IV		Curva corta Profunda	Mal Pavimento Mala Subrasante

Fuente: Cubas (2017)

- **Comportamiento del Pavimento**

Con los resultados que se obtienen se procede al siguiente análisis:

Tabla 23: Características del pavimento de acuerdo al tipo de deflexión y radio de curvatura

Tipo de Deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento
Tipo I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c < 100$
Tipo IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: Método CONREVIAL, 2015.

1.3.2. RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

“La reconstrucción es la actividad necesaria para devolver a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó, así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad” (Yarango, 2014, p 61).

La reconstrucción se define como acción de darle al pavimento las condiciones obtenidas de su construcción inicial, brindando las características de seguridad y comodidad. (Yarango, 2014, p 61).

1.3.2.1 MANTENIMIENTO DE VÍAS

- **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es cíclico, es planeado y no produce mejoras en la capacidad portante de los pavimentos, pero permite mantener en óptimas condiciones la superficie asfáltica reduciendo las posibilidades de rehabilitación a corto plazo.

- **Mantenimiento Rutinario**

El mantenimiento rutinario incluye reparaciones menores y localizadas de la superficie; limpieza permanente de la calzada, bermas y drenajes; control de vegetación y la reparación y limpieza de los dispositivos para el control del tránsito. También, incluye la limpieza y reparaciones menores.

- **Mantenimiento Periódico**

Reparación y renovación parcial extensiva, a ejecutarse cada cierto tiempo en las vías, para evitar deterioros que afecten la estructura básica y superficie de las vías. Se considera el ciclo de vida de las vías y el probable desgaste en el tiempo de las mismas, por acción de las cargas variables del tráfico vehicular. Generalmente cuando se hace mantenimiento periódico no se realiza el rutinario.

1.3.1.2. DISEÑO DE VÍAS

El diseño de pavimentos en general está a las capacidades de soporte de los suelos de la subrasante, se halla el número estructural que luego es transformado en espesores de capas.

En el caso de la rehabilitación de un pavimento, las condiciones de diseño varían ya que depende del estado situacional del pavimento en la que se encuentra actualmente. Por lo que se considera un número estructural requerido para que el pavimento tenga una vida remanente añadida coincidente con las exigencias del MTC.

Tabla 24: Analogía de componentes en estructura vial y edificación

Nº	Componente	Pavimento	Edificio
1	Solicitaciones de carga	N	CM, CV, CS
2	Apoyo	Subrasante	Suelo de cimentación
3	Ensayos de esfuerzo cortante	CBR	Corte directo, triaxial, compresión simple
4	Parámetros mecánicos	Número de CBR	c, Φ
5	Características física	Partículas, LL, LP, w, γ	γ
6	Parámetro final de transformación	SN a capas componentes	ρ a número de varillas

Fuente: Gutiérrez (2007).

- **AASHTO**

Este método fue desarrollado a partir de los resultados de la prueba de carretera AASHTO que se llevaron a cabo durante los años 1959 y 1960, el cual ha ido consolidándose con el paso del tiempo en función a las nuevas tecnologías aplicadas al estudio de los pavimentos y es probablemente el método más ampliamente utilizado en todo el mundo.

Se basa principalmente en calcular el número estructural mediante la ecuación mostrada. Se determinará con programas computacionales, alternativamente la norma de diseño E030, propone la siguiente expresión.

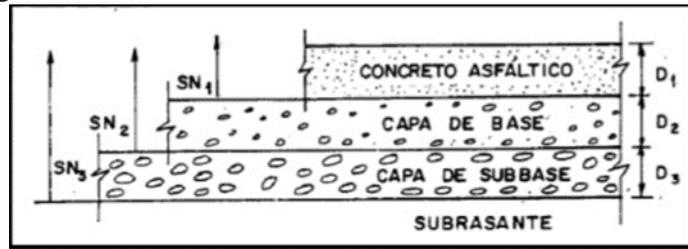
- ✓ Número Estructural (SN): se determina mediante la ecuación de diseño indicada

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

En donde:

- a_1 , a_2 y a_3 , son coeficientes estructurales de las capas superficial, base y subbase respectivamente
- D_1 , D_2 y D_3 , son espesores (en centímetros) de las capas superficial, base y subbase respectivamente.
- m_2 y m_3 , son coeficientes de drenaje para las capas de base y sub base.

Figura 32: Numero estructural en diseño de Pavimentos Flexibles



Fuente: Guía AASHTO 1993

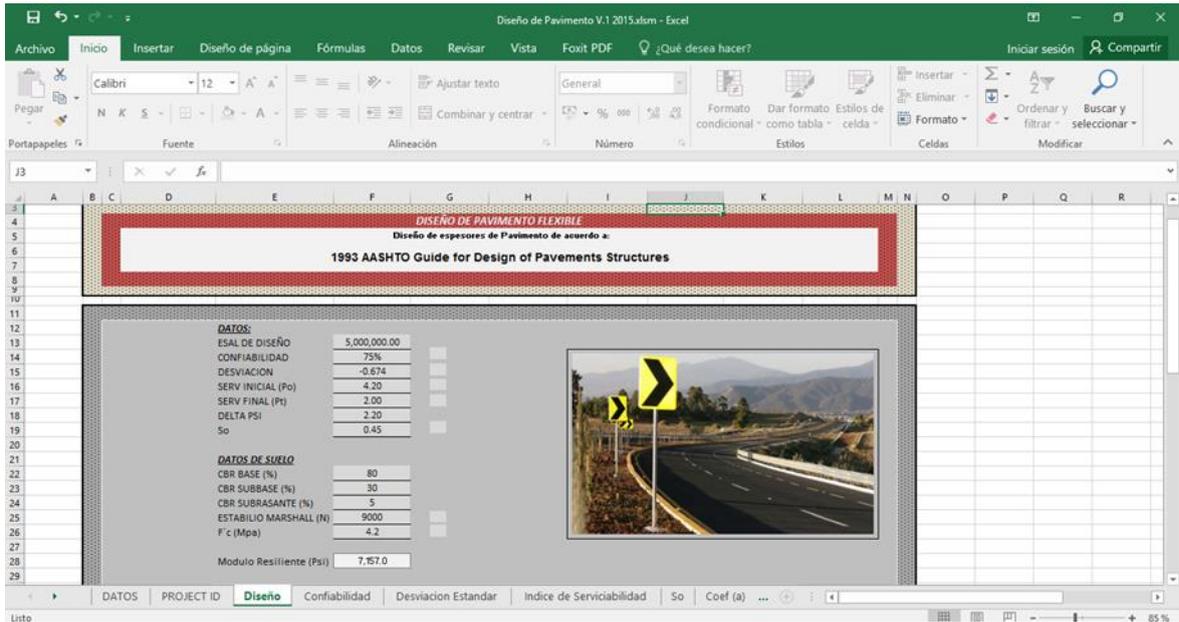
Tabla 25: Coeficientes Estructurales de las capas del Pavimento

CAPA DE PAVIMENTO	APORTE ESTRUCTURAL
Capa 1.- Capa de rodadura	A1
Concreto asfáltico tipo superior – alta estabilidad	0.170/ cm
Mezcla asfáltica en frío, con asfalto emulsionado	0.170/ cm
Tratamiento superficial
Capa 2.- Base	A2
Base granular, CBR 80% compactada al 100% de la MDS	0.052/cm
Base granular, CBR 100% compactada al 100% de la MDS	0.056/cm
Base granular tratada con asfalto	0.135 /cm
Base granular tratada con cemento	0.120/cm
Base granular tratada con cal	0.060 – 0.120/cm
Capa 3.- Sub Base	
Base granular, CBR 25% compactada al 100% de la MDS	0.039/cm
Base granular, CBR 30% compactada al 100% de la MDS	0.043/cm
Base granular, CBR 40% compactada al 100% de la MDS	0.047/cm
Base granular, CBR 60% compactada al 100% de la MDS	0.050/cm

Fuente: Guía AASHTO 1993

Para el cálculo de los números estructurales se utiliza actualmente el software de la AASHTO 93 donde se tiene en cuenta los datos de entrada como el nivel de confiabilidad y la desviación estándar.

Figura 33: Software de Diseño de Pavimentos Flexibles



Fuente: Ing. Ricardo Estrada

✓ **Confiabilidad (R%):** representa al comportamiento del pavimento de forma satisfactoria frente a factores externos, La confiabilidad esta expresada en rangos entre 50% al 100%. Para las vías más importantes debe ser la confiable posible, encontrándose entre los rangos 85%-100% y para las vías de menor transitabilidad la confiabilidad puede encontrarse entre los rangos 50% al 60%.

Tabla 26: Niveles de Confiabilidad de acuerdo al tipo de camino

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

Fuente: Guía AASHTO 1993

✓ **Desviación Estándar total (S0):** La representación del comportamiento real del pavimento y la curva de diseño propuesta por la AASHTO tienen la misma forma, pero no coinciden. Por esta razón la AASHTO adoptó un enfoque para ajustar estas dos curvas. De esta forma los errores se representan mediante una desviación estándar S_0 , para compatibilizar los dos comportamientos. El factor de ajuste entre las dos curvas se define como el producto de la desviación normal (Z_r), por la desviación estándar S_0 .

Tabla 27: Factores de desviación normal Zr

CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR	
Confiabilidad	Desviación normal
(R%)	estándar, Zr
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Guía AASHTO 1993

✓ Valor Índice Serviciabilidad (PSI)

Para el diseño es necesario seleccionar un índice de Serviciabilidad inicial y terminal.

El índice de Serviciabilidad terminal o final de diseño deberá ser tal que, culminado el periodo de vida proyectado, la vía (superficie de rodadura) ofrezca una adecuada Serviciabilidad.

Tabla 28: Índices de Serviciabilidad

PSI	Asfaltado (MAC)	Tratamiento. Superficial. Bicapa (TSB)
PSI Inicial	4.0	3.5
PSI Final	2.0	2.0
Δ PSI	2.0	1.5

Fuente: Guía ASTHO 1993

- ✓ Desviación estándar total (So)
- 0.30 - 0.40 Pavimentos rígidos
- 0.40 - 0.50 Pavimentos flexibles

• **CBR (California Bearing Ratio)**

La metodología para determinar el CBR de Diseño, llamado también Resistencia a Penetración del suelo y para un tramo determinado, corresponde al cálculo del promedio de valores individuales, recomendado por la misma Metodología AASHTO.

Los sectores que resulten con CBR inferiores al promedio establecido serán sometidos a un reforzamiento del suelo, siendo estos reemplazados por otros granulares o similares, con CBR superior al valor de Diseño.

Tabla 29: Clasificación Cualitativa del suelo según CBR

CBR	Clasificación Cualitativa del Suelo	Uso
2 - 5	Muy Mala	Sub-rasante
5 - 8	Mala	Sub-rasante
8 - 20	Regular - Buena	Sub-rasante
20 - 30	Excelente	Sub-rasante
30 - 60	Buena	Sub-base
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Fuente: Guía AASHTO 1993

Tabla 30: Acción de pavimento a nivel de subrasante

Calificación MTC de la subrasante	¿Se originan problemas estructurales en el pavimento?	Condición del pavimento	Acción en el pavimento
Inadecuada $CBR < 3\%$	Si	Daño en toda la estructura	Reconstrucción del pavimento y mejoras en el terreno de fundación.
Pobre $3\% \leq CBR < 6\%$	Si	Con problemas estructurales	Reconstrucción del pavimento y mejoras en el terreno de fundación.
Regular $6\% \leq CBR < 10\%$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural
Buena $10\% \leq CBR < 20\%$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural
Muy Buena $20\% \leq CBR < 30\%$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural
Excelente $30\% \leq CBR$	No	Estructura optima	Evaluar si existe carencia estructural

Fuente: Balarezo (2017)

- **ESAL (Equivalent Single Axle Load)**

Corresponde al eje equivalente de carga para el dimensionamiento del pavimento. Esta se define por la cuantificación del número, tipo y peso de vehículos que transitan por la vía ya que estos factores determinan la deformación de la superficie asfáltica.

El número de ejes es transformado a número de ejes equivalente, según AASTHO, de 80 KN o 18 Kips denominado “Equivalent simple axial load” o ESAL (ejes equivalentes). La conversión de un número ESAL se realiza utilizando factores de carga LEF (Load Equivalent Factor).

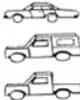
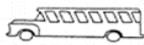
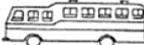
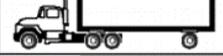
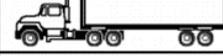
- Factor de Crecimiento = $\frac{(1+r)^n - 1}{r}$, donde r: tasa de crecimiento en % y n: diseño en años.
- FC: factor camión, es el número de aplicaciones de ejes estándar de 80 kN, correspondiente al paso de un vehículo. El factor camión se puede obtener por pesaje. El peso es un método costoso para proyectos pequeños; por lo tanto, cuando se deba efectuar el diseño para un tramo de vía en la cual no se tengan datos sobre el pesaje quedan dos alternativas:
 - a) asumir el F.C. conocido de una vía cuyas características sean similares.
 - b) Estimar el F.C. por algún método empírico

Tabla 31: Cálculo del ESAL

Tipo de vehiculo	N° Veh/día	N° Veh/año	FC	ESAL	Factor de crecimiento	ESAL-diseño
	1	2=1x365	3	4=2x3	5	4x5

Fuente: Elaboración Propia

Figura 34: Clasificación Vehicular según el MTC

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA	TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS			C3 Y C4	CAMION C3	
				CAMION C4	
BUSES	BUSETA			TRACTO-CAMION C2-S1	
	BUS			TRACTO-CAMION C2-S2	
	BUS METROPOLITANO			TRACTO-CAMION C3-S1	
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUENO		C5	TRACTO-CAMION C3-S2	
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE		> C5	TRACTO-CAMION C3-S3	

Fuente: Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Tabla 32: Consideración de ejes equivalentes

Volumen de Tránsito	Ejes equivalentes (EAL)
Alto	$EAL \geq 10^7$
Medio	$10^6 \leq EAL \leq 10^7$
Bajo	$EAL \leq 10^6$

Fuente: Guía para la estructura de pavimentos, AASHTO, 1993

Tabla 33: Espesores mínimos sugeridos

NUMERO DE ESALs	CARPETA ASFALTICA (cm)	BASE GRANULAR R (cm)
Menos de 50,000	3	10
50,000 – 150,000	5	10
150,000 – 500,000	6.5	10
500,000 – 2,000,000	7.5	15
2,000,000 – 7,000,000	9	15
Más de 7,000,000	10	15

Fuente: Guía para la estructura de pavimentos, AASHTO, 1993

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Problema General

¿De qué manera influye la evaluación del Pavimento Flexible para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos Lima- 2018?

1.4.2. Problemas específicos

1. ¿De qué manera influye el método PCI para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos Lima- 2018?
2. ¿De qué manera influye el ensayo de la viga Benkelman para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos Lima- 2018?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1. Justificación Metodológica

Para Bernal (2010), “en investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (p.107).

La investigación se justifica metodológicamente ya que se realizará un estudio cuantitativo en el que se elaborará un instrumento para medir la variable independiente.

“Evaluación del Pavimento Flexible” y su influencia sobre la variable dependiente “Reconstrucción del Pavimento Flexible”.

Mediante este instrumento se podrá comprobar la valides de la hipótesis plantada.

1.5.2. Justificación Práctica

Bernal (2010), “considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema, o por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo” (p.106).

En el distrito de Los Olivos se optó por evaluar una de sus vías, escogiéndose el Jirón. José Santos Chocano, este Jirón. es importante debido que conecta diferentes Avenidas principales como las Av. Palmeras y Av. Carlos Izaguirre, así mismo por este Jirón circulan a diario todo tipo de vehículos pesados y livianos, sin embargo esta vía presenta

diversos deterioros en su superficie, siendo esta la razón por la que conductores y peatones que circulan a diario por esta vía muestran su incomodidad, de esta manera se plantea alternativas de rehabilitación, de forma práctica, proponiendo un diseño en base a los resultados obtenidos.

1.5.3. Justificación Teórica

Para Bernal (2010), “en investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (p.106).

Esta investigación se realizará con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la rehabilitación de vías como herramienta de mejora de la Infraestructura vial, cuyos resultados podrán ser tomados como conocimiento, ya que se estará demostrando mejora del servicio de transitabilidad.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis General:

La evaluación del pavimento flexible influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.

1.6.2. Hipótesis Específicas:

1. El método PCI influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.
2. El ensayo de la viga Benkelman influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General:

Determinar la influencia de la evaluación del pavimento flexible para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.

1.7.2. Objetivos específicos:

1. Determinar la influencia del método PCI para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.
2. Determinar la influencia del ensayo de la viga Benkelman para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Diseño

Para Borja (2012), “La investigación experimental son estudios en donde aparece una causa “X” (variable independiente) y aparecerá un efecto “Y” (variable dependiente)” (p. 26).

El diseño de la investigación es experimental, ya que una de las variables es manipulada y el resultado de este será la variable dependiente.

2.1.2. Enfoque

Para Bernal (2010), la investigación cuantitativa “supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva” (p. 60).

La presente investigación corresponde al enfoque cuantitativo ya que se plantea una hipótesis y se realiza una serie de pasos y procedimientos para poder demostrar la aceptación o rechazo de la hipótesis.

2.1.3. Nivel

El Para Bernal (2010), la investigación explicativa “tiene como fundamento la prueba de hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación o al contraste de leyes o principios científicos” (p. 115).

El nivel de esta investigación es explicativo ya que explica el comportamiento de un variable en función de otra y responder en función de lo analizado. Nos permite el análisis de causas y efecto entre las variables a evaluar.

2.1.4. Tipo

Para Lozada (2014), el objetivo de la investigación aplicada es “la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica” (p. 35).

La presente investigación es del tipo aplicada ya que se basa en los conceptos para poder conocer las causas y/o orígenes de los eventos y así poder resolver el problema la de investigación. Nos permite actuar en base a lo estudiado.

2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Variables

Variable Independiente: Evaluación del Pavimento Flexible

Variable Dependiente: Reconstrucción del Pavimento Flexible

2.2.2. Operacionalización de las variables

En la siguiente tabla 2 se presenta la operacionalización de variables:

Tabla 34: Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Número de elementos estructurales necesarios para mantener la estabilidad de un sistema estructural	Permite medir el nivel de deterioro del Pavimento	Método PCI	Clasificación de fallas	Ficha Técnica
				Condición del Pavimento	Ficha Técnica
			Ensayo viga Benkelman	Deflexión de Pavimentos	Ensayo Viga Benkelman
				Comportamiento del Pavimento	Ensayo de Laboratorio
RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Elementos y características que definen la estructura antisísmica de un edificio	Proceso por el cual se le devuelve al pavimento sus condiciones de soporte de carga iniciales	Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo	Ficha Técnica
				Mantenimiento Rutinario	Ficha Técnica
				Mantenimiento Periódico	Ficha Técnica
			Diseño	AASHTO 93	Software AASHTO
				CBR	Ensayo de Laboratorio
				ESAL	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. Población

Según Arias (2012) define a la población como “un conjunto limitado con características similares para los cuales las conclusiones de la investigación serán extensas. Esta queda limitada por los objetivos y el problema de investigación” (p. 82).

Para la siguiente investigación el universo poblacional está conformado por los 600 metros lineales existentes en Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos.

2.3.2. Muestra

Para Arias (2012) menciona a una muestra como “un subconjunto específico y limitado separado de la población” (p. 82)

Así que se consideró como muestra un subconjunto representativo, para este caso nuestra muestra corresponde a 8 muestras de 35 metros lineales para la evaluación superficial del PCI y 13 puntos cada 50 metros para la evaluación estructural con la Viga Benkelman.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Arias (2012), menciona que la técnica “es un medio el cual nos sirve de medio para la investigación del proyecto, formando parte del método científico” (p. 67).

Se utilizó la observación como una técnica de recolección de datos ya que se requiere de ello para resolver el problema con la finalidad de probar la hipótesis planteada.

Asimismo, se emplearon manuales para las metodologías aplicadas, normas técnicas acerca de pavimentos para el diseño propuesto y proyectos de investigación pasados como referencias.

Se han determinado mediante fuentes secundarias para la presente investigación.

2.4.2. Instrumentos de investigación

Según Arias (2012), se denomina instrumento “a un recurso que facilita para almacenar información, basándose en extraer información de fuentes confiables” (p. 68).

El siguiente trabajo de investigación requirió los siguientes instrumentos:

- Manual de evaluación de pavimentos flexibles.
- Viga Benkelman
- Resultado del Ensayo del Laboratorio de Pavimentos

- Software AASHTO 93
- Fichas de recolección de datos

2.4.3. Validez

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) considera que la validez “es el valor real en la cual un instrumento evalúa la variable que se busca a medir” (p. 200).

Para la validación de esta investigación será sometida a juicio de expertos por parte de 3 ingenieros civiles con experiencia en infraestructura vial y la Consultoría de Estudios y Proyectos Dash & Leao, empresa responsable de ensayos de suelos y pavimentos.

Tabla 35: Escala de Validez de ficha de recolección de datos

0.53 o menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Bernal (2010)

Puntaje de Validación del instrumento de medición de tres expertos:

Validación 1: 0.94

Validación 2: 0.90

Validación 3: 0.92

Promedio: $(0.95+0.93+0.92) / 3 = 0.92$ (Excelente validez)

2.4.4. Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) define a la confiabilidad como “el grado en el cual un instrumento produce resultados coherencia y consistencia” (p. 200).

Se empleó el Manual de Evaluación de Pavimentos, la Norma C.E 0.10 de Pavimentos Urbanos del Reglamento de Edificaciones y la Guía AASHTO para el Diseño de Pavimentos como parte de la confiabilidad del estudio del siguiente proyecto de investigación.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En el presente proyecto de investigación se utilizó como base fundamental las características y el estado de la vía las cuales son obtenidas visualmente.

La metodología de evaluación del pavimento flexible fue superficial y estructural, a través de los cálculos correspondientes se conoció el estado actual del pavimento.

Finalmente se realizó un análisis a los resultados y se propone un presupuesto de reconstrucción del 100 % pavimento en función de la norma CE 010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Según la Oficina de Investigación Lima UCV, 2016, p. 12, se indica lo siguiente: considerar en el proyecto de investigación el compromiso, sinceridad y honestidad al mostrar la obtención de resultados, en el desarrollo de la investigación, con veracidad.

Se tiene en cuenta por encima de toda la propiedad intelectual; responsabilidad social y ética profesional. Se respeta el trabajo de otros autores en cuanto al tema expuesto, por ello se las referencias serán citadas en todo momento que se haya usado una idea ajena.

Todas las referencias han sido realizadas siguiendo la normativa ISO-690.

De igual manera este proyecto será está abierto a ser verificado por el TURNITIN, y así demostrar este proyecto de investigación como legítimo.

III.RESULTADOS

3.1. DESARROLLO DEL CASO

3.1.1. Ubicación

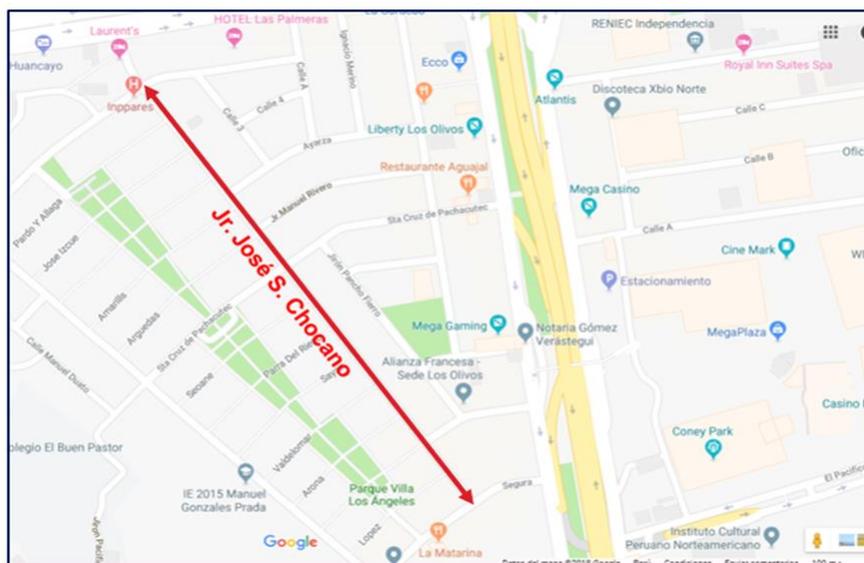
La zona donde se pretende evaluar el pavimento flexible pertenece al Jr. José Santos Chocano en el Distrito de los Olivos en la Provincia de Lima Metropolitana, Departamento de Lima.

Figura 35: Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google imagenes

Figura 36: Ubicación de la zona de estudio



Fuente : Google maps

Tabla 36: Coordenadas UTM WGS 84 punto de referencia en el área de influencia

PUNTO	ELEMENTO	DESCRIPCION	X(m)	Y(m)	ELEV.	ZONA UTM
1	Punto referencial	Cruce Jr. José Santos con Av. Segura	274653	8673767	59	48L
			m E	m S		

Fuente: Elaboracion propia

3.1.2. Descripción de la zona de estudio

✓ Característica generales

El distrito de Los Olivos es un distrito exclusivamente urbano, presentando edificaciones importantes como el Palacio de la Juventud, el Edificio Cielo, el Palacio Municipal. Asimismo, presenta un importante centro de comercio, ubicado en el centro de la ciudad.

Presenta asimismo importantes vías de transporte terrestre como la Av. Universitaria, la Av. Antúnez de Mayolo, Av. Carlos Izaguirre, Av. Angélica Gamarra, Av. Los Alisos, Av. Las Palmeras y la Av. Tomas Valle, entre otras.

✓ Aspectos Geográficos

Topografía:

La topografía en la mayoría en el Distrito de los Olivos de su superficie es plana de 17,250 m², presenta material predominante de suelo del tipo transportado por acción aluvial (cantos rodados) y eólica (arenisca, limo y arcilla), los cuales corresponden a la Era Cenozoico, Sistema Cuaternario de la Serie del Pleistoceno. En la parte norte del distrito de Los Olivos su geomorfología presenta terrazas (t1 y t2) con características definidas, en tanto la parte Sur del distrito está representada por terrazas de tipo t1 y cerros y la dirección de acumulación principales de sur a norte, tomando como referencia del río Rímac al río Chillón.

Clima y Geología:

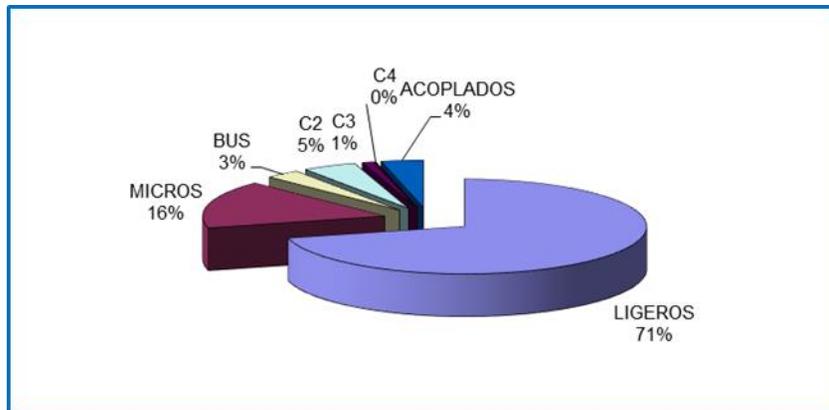
El distrito de Los Olivos presenta un clima parcialmente húmedo templado la mayor parte con temperaturas que varían de 14 a 15 °C en los días de invierno y de 25 a 38 °C en las épocas de verano. Con una humedad relativa del 91%.

Tiene toda la costa húmeda, en menor grado que en muchos distritos cercanos del mar

Transitabilidad:

La clasificación vehicular para zona está distribuida de la siguiente manera:

Figura 37: Clasificación vehicular promedio Jr. José Santos Chocano



Elaboración: Fuente Propia.

Tabla 37: Índice Diario Anual del Jr. José Santos Chocano

UBICACIÓN: L JOSE SANTOS CHOCANO
 SENTIDO: AV. CARLOS IZAGUIRRE
 2018

FC 1.02534

HORA	VEHICULOS LIGEROS				BUS			CAMIONES UNITARIOS			CAMIONES ACOPLADOS						TOTAL	%	
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	B2	B3-1	B4	C2	C3	C4	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	C2R3	C3R2			C3R3
0-1	2	0	1	1	0	0	-	0	0	-	-	0	-	0	-	0	-	6	0.47%
1-2	1	0	0	0	0	2	-	1	-	-	-	0	0	0	-	-	0	7	0.55%
2-3	1	0	1	1	1	1	-	1	0	-	0	0	-	-	0	0	0	7	0.60%
3-4	2	1	3	1	0	1	-	2	0	-	-	0	1	1	-	0	-	13	1.08%
4-5	4	1	5	5	0	0	-	4	1	-	-	0	0	2	0	0	0	24	2.02%
5-6	9	4	13	9	1	1	-	4	2	0	-	1	0	2	-	0	0	46	3.85%
6-7	11	7	29	13	1	0	-	2	1	-	0	1	0	2	0	-	0	68	5.67%
7-8	17	7	56	19	2	2	-	2	0	-	-	1	1	1	0	0	0	108	9.08%
8-9	17	9	46	13	2	1	-	4	0	-	-	-	0	-	0	0	0	94	7.91%
9-10	18	8	31	9	0	-	-	4	0	-	-	0	0	-	-	-	-	71	5.99%
10-11	17	7	25	9	0	1	-	3	1	-	-	0	-	-	-	0	0	64	5.35%
11-12	15	8	24	10	0	0	-	3	0	0	0	0	1	-	-	0	0	62	5.24%
12-13	18	8	24	10	0	0	-	2	0	-	-	0	-	-	0	0	0	64	5.38%
13-14	14	5	28	13	-	0	-	3	0	-	-	1	0	1	0	0	0	66	5.51%
14-15	18	7	30	13	0	0	-	2	1	-	0	1	0	-	0	-	0	75	6.26%
15-16	15	6	28	12	1	1	-	3	1	0	-	0	-	0	0	0	0	67	5.58%
16-17	14	5	31	13	1	0	-	3	0	-	-	1	0	-	0	-	0	68	5.72%
17-18	13	6	34	11	0	-	-	1	1	-	0	1	-	-	-	0	0	69	5.77%
18-19	12	5	35	13	0	-	-	3	0	0	-	0	0	-	0	0	-	69	5.78%
19-20	9	3	22	9	1	2	-	2	0	-	-	1	0	-	-	0	0	49	4.12%
20-21	7	3	15	6	1	4	1	4	1	-	-	1	0	1	0	-	0	42	3.54%
21-22	7	3	6	3	1	3	1	2	1	0	-	0	0	1	0	-	-	30	2.53%
22-23	5	1	3	1	1	1	-	1	0	-	-	0	-	-	0	0	-	16	1.30%
23-24	5	0	1	1	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	0	-	8	0.68%
TOTAL	251	104	495	194	15	21	1	56	12	1	1	12	6	12	3	3	3	1191	100.00%
%	21.07%	8.76%	41.53%	16.31%	1.27%	1.80%	0.12%	4.72%	0.97%	0.07%	0.06%	1.02%	0.47%	1.01%	0.26%	0.27%	0.28%	100.00%	
	251	104	495	194	15	21	1	56	12	1	1	12	6	12	3	3	3	1190	

fuente: Municipalidad Distrital de los Olivos

3.1.3. Trabajos Previos

3.1.3.1. Trabajos de campo

Objetivo General: Determinar de qué manera influye la evaluación de pavimentos flexibles para conocer los factores que influyen en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano en el Distrito de los Olivos – Lima-2018

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye el método PCI para la reconstrucción del pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos –Lima 2018.

✓ Calculo de PCI

1. Características principales de la vía

-Pavimento: Se presenta el tipo pavimento flexible de 2”, existen fallas funcionales como estructurales, deterioro a nivel de la sub-base, base y carpeta asfáltica. El pavimento presenta grietas longitudinales, grietas transversales, parches, baches y piel de cocodrilo.

Se observa además que la capacidad de carga del pavimento flexible se encuentra reducida debido a los cortes post construcción del pavimento, posiblemente por instalación de tuberías nuevas (gas y fibra óptica). La vía tiene un solo carril en donde los vehículos se dirigen hacia la Av. Carlos Izaguirre

-Vereda: Presenta discontinuidad en la superficie, debido al desnivel de la losa de concreto, asimismo asentamientos, fracturas de concreto, baches, los cuales reflejan el deterioro producido por la mala calidad de construcción, dificultando el tránsito peatonal.

-Señalización: La superficie de rodadura de las vías afectadas no presenta señalización horizontal, es decir no cuenta con líneas continuas ni discontinuas además de cruces peatonales ni señales verticales que adviertan el peligro tanto de recorrer a cierta velocidad como de advertencia, que permitan tanto al peatón como al conductor tener precaución en su manejo, evitando de esta manera accidentes de tránsito. Del mismo modo los bordes de las veredas carecen de estas señales, debiéndose pintar como medida de prohibición de estacionamiento vehicular los tramos que no deberían estar permitidos, los mismos que pueden generar retrasos o congestión vehicular de algún modo o como medida de seguridad y prevención.

2. División de unidades de muestra

Se tomó como base el ancho de la calzada y según la tabla 20, Se obtuvieron los siguientes datos:

-Longitud total de la vía	600.00
-Ancho de la calzada	6.50
-Longitud de la muestra	35.00

Para poder realizar la división de las unidades de muestras se tomó el ancho de la calzada que es de 6.50 y la longitud de la muestra la que correspondiente en la tabla 23 que es igual a 35,40 correspondiente al área de 230 m2.

Para la obtención de número total de muestras, se dividió la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra, dando como resultado 16.95 unidades; a este valor se le redondeo a un número entero quedando que el número total de unidades de muestra (N) sea igual a 17.

$$N=600/35.40= 16.95 =17$$

4. Determinación de las unidades de muestreo para la muestra

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

En donde:

n= es el número de unidades mínimo a evaluar

N= número total de unidades de muestreo en la sección de pavimento

E= error admisible (e=±5%)

σ= desviación estándar del PCI entre las unidades

Durante la inspección se asumió una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento flexible, esto basado en datos obtenidos en campo de evaluaciones anteriores con las mismas condiciones y características similares de la vía.

Aplicando la ecuación mostrada se calculó las unidades a ser evaluadas

$$n = (17*102) / ((52/4) *(17-1) +102) = 8$$

Con ello se obtuvieron 18 unidades de muestras d la cuales 8 deben de ser evaluadas.

4. Selección de unidades de muestreo para inspección:

El intervalo de muestreo fue determinado por la siguiente formula:

$$i = N/n$$

Donde:

N= número total de unidades de muestreo disponible

n = número mínimo de unidades a evaluar

i = intervalo de muestro, se redondea al menor número entero inferior

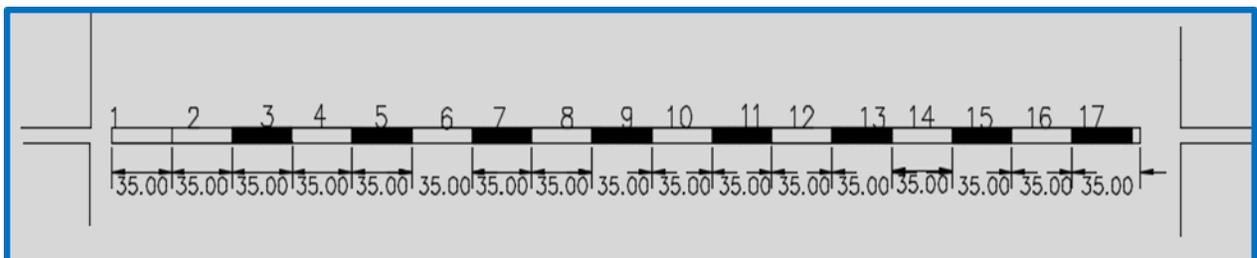
El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i. Por ejemplo, si $i = 3$, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.

Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como “s”, “s + i”, “s +2 i”, etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

$$i = N/n = 18 / 8 = 2.25 = 2$$

Por lo tanto, el intervalo de muestreo será 2.

Figura 38: Sección de pavimento 6.50 x 600m correspondiente al Jr. José Santos Chocano



Elaboración: Fuente Propia.

5. Determinación del PCI en el tramo de estudio
 - a. Se registró el tamaño de la muestra medido con una vincha
 - b. Se registró en el formato establecido la cantidad de cada tipo de falla identificable, en metro cuadrado, metro lineal o número de ocurrencias, según sea el caso y en qué nivel de severidad se ubicó (L, M, H).
 - c. Una vez recopilada la información para obtener la densidad porcentual, se dividió la cantidad total de cada tipo de falla, entre el área total de la unidad de muestra y expreso el resultado en porcentaje.

Tabla 38: Registro de la muestra UI – Hoja de registro PCI

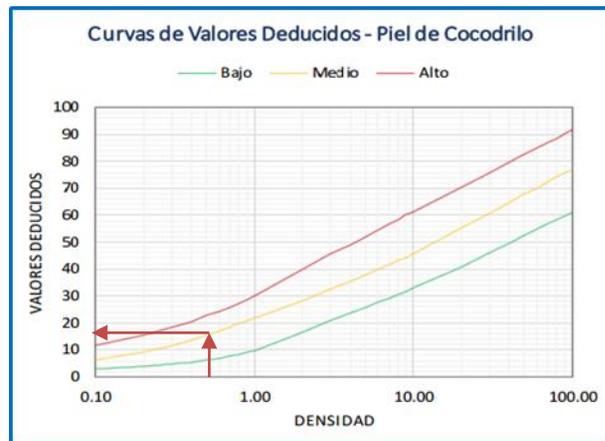
METODO PCI					ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: Jr. Jose Santos Chocano					Sección: 1		Unidad de muestra: U1			
Ejecutor: Brenda Vidaurre C.					Fecha: Noviembre 2018		Área 230 m ²			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresion				11. Parches y parches de cortes utilitanos	16. Fisura parabólica o po				
2. Exudacion	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido	17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches	18. Peladura por intemper				
4. Abutamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento					
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento					
FALLA		CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD		
1	moderado (M)	0.50	0.30	0.35			1.15	0.50%		
7	moderado (M)	4	3	1.5			8.5	3.70%		
10	severo (H)	0.9	0.5				1.4	0.61%		
11	severo (H)	1.5	5	5			11.5	5.00%		
13	moderado (M)	0.08	0.2				0.28	0.12%		
18	leve (L)	19.5					19.5	8.48%		

Elaboración: Fuente Propia.

Para la primera se tuvo un total de metrado de 1.15 m² que se divide entre el área de la muestra 230 m² el cual da como resultado 0.50% de densidad para el tipo de falla correspondiente (piel de cocodrilo).

- d. Se procedió a determinar el valor deducido (DV) para cada tipo de falla, utilizando las curvas de valor deducido de daños.

Figura 39: Cálculo del valor deducido para la falla tipo piel de cocodrilo, nivel moderado



Fuente: Elaboración Propia

Ingresando a la gráfica el valor de 0.50 como densidad para el nivel de severidad mostrado se obtiene como valor deducido 15. Se repitió el mismo procedimiento para el resto de las fallas utilizando la gráfica de valor de deducido para cada una de ellas.

Tabla 39: Cálculo del valor deducido de la muestra U1 -Hoja de registro PCI

METODO PCI		INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				ESQUEMA				
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: Jr. José Santos Chocano		Sección: 1		Unidad de muestra: U1						
Ejecutor: Brenda Vidaurre C.		Fecha: Noviembre 2018		Área: 230 m ²						
1. Piel de cocodrilo		6. Depresion		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o por deslizamiento				
2. Exudacion		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agrega				
4. Abotamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento						
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales		15. Desplazamiento						
FALLA		CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
1	moderado (M)	0.50	0.30	0.35			1.15	0.50%	15	
7	moderado (M)	4	3	1.5			8.5	3.70%	9	
10	severo (H)	0.9	0.5				1.4	0.61%	5	
11	severo (H)	1.5	5	5			11.5	5.00%	38	
13	moderado (M)	0.8	0.2				1	0.43%	21	
18	leve (L)	19.5					19.5	8.48%	0.2	

Fuente: Elaboración Propia

Como más de uno de los “valores deducidos” es > 2, se calculó el “Valor Deducido Corregido” (CDV) de la siguiente manera:

- Se colocaron de forma descendente los valores deducidos
- Se seleccionó el número máximo de valores deducidos y se aplicó la siguiente ecuación:

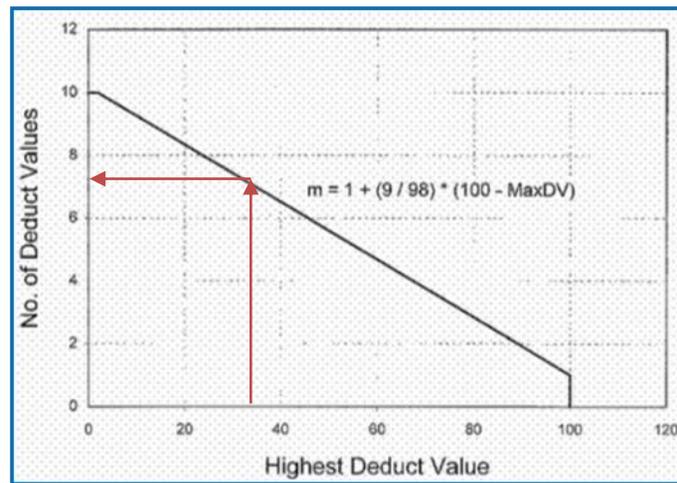
$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \times (100 - HDVi)$$

En donde:

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

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

Figura 40: Ajuste del número de valores deducidos “m”- PCI



Fuente: Elaboración Propia

$$m = 1 + \frac{9}{98} \times (100 - 38)$$

$$m = 6.70$$

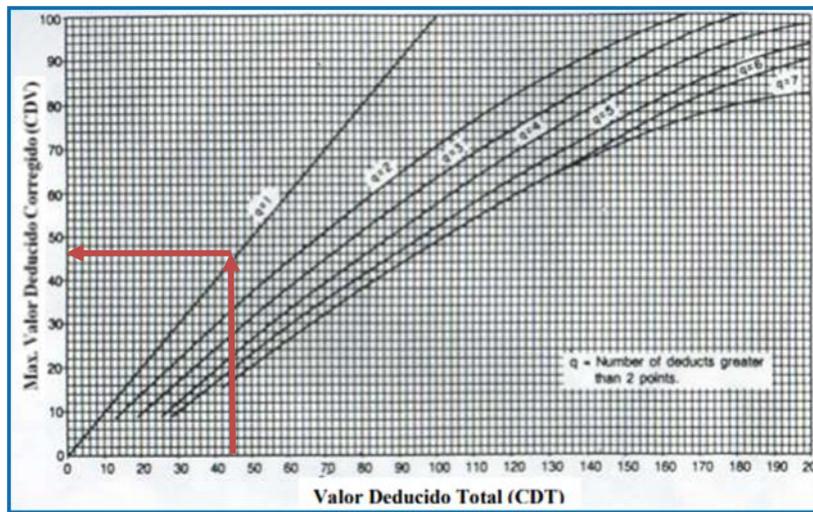
Numero de deducidos >2: 5
 Valor deducido más alto (HDVi): 38
 Numero admisible de deducidos (mi): 6.70

Mediante un proceso iterativo se registraron el número de valores deducidos > 2.0 y la cantidad de estos (q) para hallar el valor deducido total (suma de todos los valores deducidos por fila como se muestra) para posteriormente obtener el máximo valor deducido corregido

# valores deducidos	valores deducidos					total	q	CVD
1	38	21	15	9	5	88	5	45
2	38	21	15	9	2	85	4	49
3	38	21	15	2	2	78	3	50
4	38	21	2	2	2	65	2	48
5	38	2	2	2	2	46	1	45

Máximo CVD = 50

Figura 41: Valor deducido corregido para q= 1 y total de valor deducido total (CDT)= 46



Fuente: Elaboración Propia

f. Luego de haber hallado todos los valores deducidos corregidos (CVD) se escogió el mayor para el cálculo del PCI haciendo uso de la siguiente formula:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

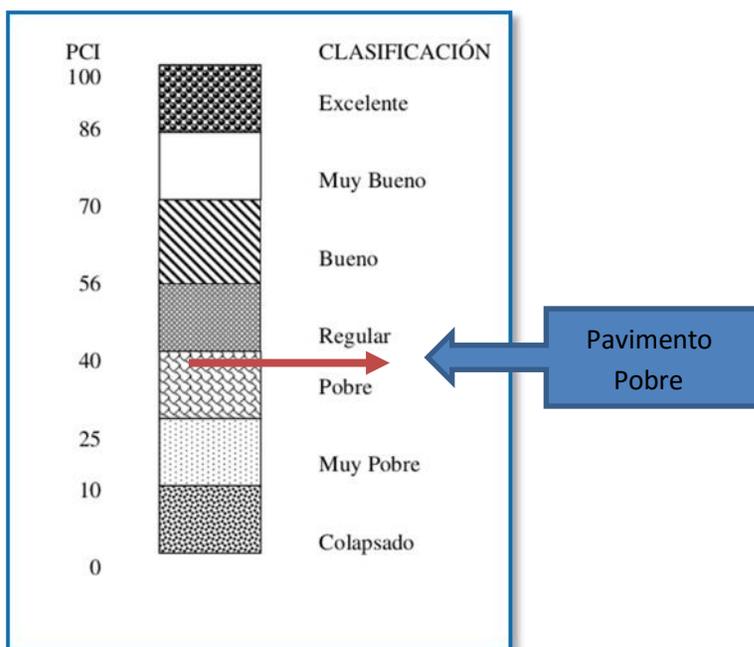
$$PCI = 100 - 50 = 50$$

Rating: Regular

El PCI promedio, resulta ser el promedio de todos los PCI de cada unidad de muestra.

Unidad de muestra	Area de muestra (A)	PCI de la muestra (B)	AXB	D/C
U1		230	50	11500
U2		230	40	9200
U3		230	38	8740
U4		230	30	6900
U5		230	28	6440
U6		230	40	9200
U7		230	23	5290
U8		230	40	9200
U9		230	25	5750
	$\Sigma A=C$	1840	$\Sigma AXB=D$	72220

Figura 42: Clasificación PCI del Pavimento Flexible José Santos Chocano



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40: Categoría de acción según el grado PCI para el pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano

Rango PCI	Categoría de acción
100 – 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85-60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60-40	Mantenimiento Correctivo
40-25	Rehabilitación – Esfuerzo estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Construcción



Fuente: Elaboración Propia

Objetivo específico2: Determinar cómo influye el ensayo de la viga Benkelman para la reconstrucción del pavimento del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos-Lima2018

Cálculo de deflexiones con la viga Benkelman

Trabajo de Campo

- 1.-El punto de donde se inició el ensayo en el pavimento fue marcado por una línea transversal, además ese punto se colocó a cierta distancia del borde esto dependiendo del ancho del carril según la tabla mostrada en la parte teórica.
- 2.- Se alineo la guía vertical entre las 2 llantas de la rueda externa el camión.
- 3.-Se colocó la viga sobre el pavimento en dirección de la rueda externa perpendicularmente al eje de carga de tal manera que la punta del brazo móvil coincidió con el punto que fue marcado en el paso anterior.
- 4.- Se tomó la temperatura del pavimento, realizando un pequeño agujero con un clavo en el pavimento en donde se colocó un termómetro 30 segundos aproximadamente.
- 5.- Se retiraron los seguros de los brazos móviles y se ajustó a la base de la viga mediante el tornillo trasero de manera que los brazos móviles de medición quedaron en contacto con el indicador del dial.

6.- Se colocó el dial del micrómetro en cero, y mientras el camión se desplazó muy lentamente con una velocidad aproximadamente de 1 km/h, el dial medio la recuperación del pavimento tomando las lecturas conforme el vehículo avanzo cada 25 cm hasta el retiro total de este. Seguidamente se realizó a los 50, 75 y 100.

7.-Se realizó una lectura final cuando el camión alejo lo suficiente del punto de ensayo hasta una distancia de 4 a 5 metros aproximadamente en que el indicador del dial ya no tenga movimiento

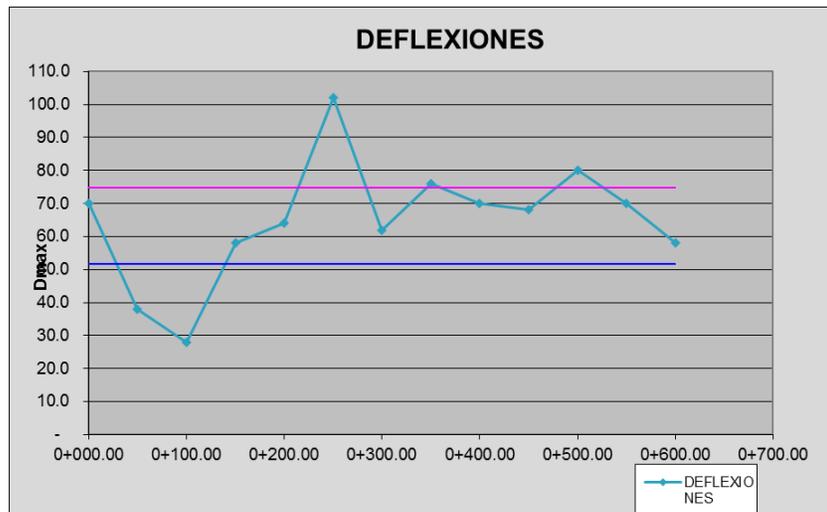
8.- Las mediciones se realizaron en cada progresiva de la vía.

Tabla 41: Resultado de deflexiones con la viga Benkelman del Jr. José Santos Chocano

N ^a	PROGR. Km.	LECTURA DE CAMPO			DEFLEXIONES		RAD. CURV.
		E ⁻² mm			E ⁻² mm		
		L MÁX.	L25	L50	D MÁX.	D25	
1	0+000.00	35	15	8	70	30	78.13
2	0+050.00	19	7	4	38	14	130.21
3	0+100.00	14	10	5	28	20	390.63
4	0+150.00	29	11	6	58	22	86.81
5	0+200.00	32	20	10	64	40	130.21
6	0+250.00	51	19	10	102	38	48.83
7	0+300.00	31	27	14	62	54	390.63
8	0+350.00	38	14	7	76	28	65.1
9	0+400.00	35	15	8	70	30	78.13
10	0+450.00	34	13	7	68	26	74.4
11	0+500.00	40	15	8	80	30	62.5
12	0+550.00	35	13	7	70	26	71.02
13	0+600.00	29	13	7	58	26	97.66

Fuente: Consultoría de Estudios y Proyectos DASH & LEAO

Figura 43: Deflectograma del Jr. José Santos Chocano con la viga Benkelman



Fuente: Consultoría de Estudios y Proyectos DASH & LEAO

Figura 44: Resultados de la condición del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano

KM	Dmax	Dadm	Condición de subrasante	Radio de curvatura	Condición del pavimento
0+000.00	70	51.8	Malo	78.13	MALO
0+050.00	38	51.8	Bueno	130.21	BUENO
0+100.00	28	51.8	Bueno	390.63	BUENO
0+150.00	58	51.8	Regular	86.81	MALO
0+200.00	64	51.8	Malo	130.21	BUENO
0+250.00	102	51.8	Malo	48.83	MALO
0+300.00	62	51.8	Malo	390.63	BUENO
0+350.00	76	51.8	Malo	65.1	MALO
0+400.00	70	51.8	Malo	78.13	MALO
0+450.00	68	51.8	Malo	74.4	MALO
0+500.00	80	51.8	Malo	62.5	MALO
0+550.00	70	51.8	Malo	71.02	MALO
0+600.00	58	51.8	Malo	97.66	MALO

Fuente: Elaboración Propia

RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL JR. JOSE SANTOS CHOCANO

Tabla 42: Coeficientes Estructurales para el diseño del Pavimento Jr. José Santos Chocano

CAPA DE PAVIMENTO	APORTE ESTRUCTURAL
Capa 1.- Capa de rodadura	A1
Concreto asfáltico tipo superior – alta estabilidad	0.170/ cm
Capa 2.- Base	A2
Base granular, CBR 80% compactada al 100% de la MDS	0.052/cm
Capa 3.- Sub Base	
Base granular, CBR 30% compactada al 100% de la MDS	0.043/cm

Elaboración: Fuente Propia

En el presente diseño se toman:

-a1=0.170/cm (para concreto asfáltico en caliente)

-a2=0.052/cm (para agregados con 80% de CBR)

-a3=0.043/cm (para agregados con 30% de CBR)

Tabla 43: Espesores mínimos sugeridos para el Diseño del Jr. José Santos Chocano

NUMERO DE ESALs	CARPETA ASFALTICA (cm)
Menos de 50,000	3
50,000 – 150,000	5
150,000 – 500,000	6.5
500,000 – 2,000,000	7.5

Elaboración: Fuente Propia

De esta manera, se tendrá como espesor mínimo de entrada el valor de la carpeta asfáltica.

D1=5 cm (para un ESAL de 50,000)

Tabla 44: Espesores de diseño Jr. José Santos Chocano

a1/cm	D1 (cm)	a1*D1	a2/cm	D2 (cm)	m2	a2*D2*m2	a3/cm	D3 (cm)	m3	a3*D3*m3	SN
0.17	5	0.85	0.052	10	0.6	0.312	0.043	45	0.6	1.161	2.323
0.17	5	0.85	0.052	15	0.6	0.468	0.043	35	0.6	0.903	2.221
0.17	5	0.85	0.052	20	0.6	0.624	0.043	30	0.6	0.774	2.248
0.17	5	0.85	0.052	25	0.6	0.78	0.043	25	0.6	0.645	2.275

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 1

D1= 5 cm (Carpeta asfáltica en caliente)

D2= 15 cm (Base granular)

D3= 35 cm (Sub base granular)

Alternativa 2 (Recomendada y Utilizada)

D1= 5 cm = 2" (Carpeta asfáltica en caliente)

D2= 20 cm (Base granular)

D3= 30 cm (Sub base granular).

Tabla 45: Partidas a ejecutar en el pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano

Item	Descripción	UM
01.00	TRABAJOS PRELIMINARES	
01.01	SEÑALIZACION Y DESVIO DE TRANSITO EN VIAS	GLB
01.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	ML
01.03	DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE e=2"	M ²
01.04	DEMOLICION DE VEREDAS DE CONCRETO Y MARTILLOS INCLUYE RAMPA	M ²
01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE	M3
	VEREDA	
	PAVIMENTO	
01.06	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB
02.00	PAVIMENTO	
02.01	EXCAVACION MANUAL A NIVEL SUBRASANTE PARA VEREDAS	M3
02.02	CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE CON EQUIPO	M ²
02.03	BASE GRANULAR e=0.20 m INCLUIDO COMPACTACION CON RODILLO	M ²
02.04	SARDINEL SUMERGIDO 15 x 30 cm F'C=210 KG/CM2 INCLUIDO ENCOFR	ML
02.05	IMPRIMACION ASFALTICA	M ²
02.06	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=2"	M ²
02.07	PINTURA DE PAVIMENTO LINEAL CONTINUA e=0.10 CON EQUIPO	ML
02.08	PINTADO DE SIMBOLOS Y LETRAS	M ²
03.00	VEREDAS	
03.01	EXCAVACION MANUAL A NIVEL SUBRASANTE PARA VEREDAS	M3
03.02	EXCAVACION MANUAL PARA SARDINEL DE VEREDAS	M3
03.03	CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE CON EQUIPO	M ²
03.04	BASE GRANULAR e=0.10 m INCLUIDO COMPACTACION CON PLANCHA	M ²
03.05	CONCRETO F'C=175 KG/CM ² e=0.10 PARA VEREDA Y RAMPA	M3
03.06	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=175 KG/CM ² PARA SARDINEL	M3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46: Análisis de Costos Unitarios del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano

01.01 SEÑALIZACION Y DESVIO DE TRANSITO EN VIAS								
ESPEFIC								
RENDIM	1.00		GLB					350.00
I.U.		DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	0.00
30	1	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB		1.0000	350.00	350.00	350.00
01.02 TRAZO NIVELES Y REPLANTEO								
ESPEFIC		Con equipo topográfico						
RENDIM	1,000.00		ML					0.71
I.U.		DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
47	0	PEON	H-H	3.0000	0.0240	10.89	0.26	
47	0	TOPOGRAFO	H-H	1.0000	0.0080	11.20	0.09	0.35
48	1	CORDEL	KG		0.0200	2.01	0.04	
43	1	MADERA EUCALIPTO	P ²		0.0400	1.50	0.06	
30	1	YESO DE 28 KG.	BLS		0.0100	3.80	0.04	
1	1	CLAVOS C/C 2"	KG		0.0100	3.00	0.03	0.17
49	2	WINCHA	H-E	1.0000	0.0080	2.00	0.02	
49	2	NIVEL TOPOGRAFICO	H-M	1.0000	0.0080	6.29	0.05	
37	2	MIRA + JALON	H-E	1.0000	0.0080	3.12	0.02	
49	2	TEODOLITO	H-E	0.5000	0.0040	19.39	0.08	0.17
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	0.35	0.02	0.02
01.03 DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE e=2"								
ESPEFIC		CON EQUIPO ESPESOR 2.5CM						
RENDIM	320.00		M ²					2.90
I.U.		DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
47	0	CAPATAZ	H-H	0.3000	0.0075	16.70	0.13	
47	0	OFICIAL	H-H	2.0000	0.0500	11.85	0.59	
47	0	PEON	H-H	4.0000	0.1000	10.89	1.09	1.81
49	2	COMPRESORA NEUMATICA DIESEL76PCM-87HP	H-M	1.0000	0.0250	0.00	0.00	
49	2	MARTILLO NEUMATICO 25-29 KG SIN PUNTA	H-M	1.0000	0.0250	40.00	1.00	1.00
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	1.81	0.09	0.09
01.04 DEMOLICION DE VEREDAS DE CONCRETO Y MARTILLOS INCLUYE RAMPA PARA DESCAPACITADOS								
ESPEFIC								
RENDIM	2.20		M ²					83.16
I.U.		DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
47	0	PEON	H-H	2.0000	7.2727	10.89	79.20	79.20
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	79.20	3.96	3.96
01.05 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE								
ESPEFIC								
RENDIM	96.00		M3					16.31
I.U.		DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
47	0	PEON	H-H	4.0000	0.3333	10.89	3.63	3.63
48	2	VOLQUETE 4X2 6M3 140-210 HP	H-M	2.0000	0.1667	75.00	12.50	12.50
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	3.63	0.18	0.18

01.06 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO								
ESPEFIC								
RENDIM	4.00	GLB						45.52
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	0.1000	0.2000	16.70	3.34	
47	0	OPERARIO	H-H	1.0000	2.0000	14.56	29.12	
47	0	PEON	H-H	0.5000	1.0000	10.89	10.89	43.35
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	43.35	2.17	2.17
02.01 EXCAVACION MANUAL A NIVEL SUBRASANTE PARA VEREDAS								
ESPEFIC								
RENDIM	30.00	M3						67.16
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	1.0000	0.2667	16.70	4.45	
47	0	PEON	H-H	10.0000	2.6667	10.89	29.04	33.49
48	2	VOLQUETE 4x2 10 M3	H-M	1.0000	0.2667	120.00	32.00	32.00
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	33.49	1.67	1.67
02.02 CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE CON EQUIPO								
ESPEFIC								
RENDIM	4,367.00	M ²						0.78
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	1.0000	0.0018	16.70	0.03	
47	0	OFICIAL	H-H	3.0000	0.0055	11.85	0.07	
47	0	PEON	H-H	6.0000	0.0110	10.89	0.12	0.22
49	2	PAVIMENTADORA S/ORUGA 69 HP 10' ANCHO	H-M	1.0000	0.0018	197.00	0.35	
49	2	RODILLO NEUMATICO AUTO 81-100 HP	H-M	1.0000	0.0018	52.00	0.09	
49	2	RODILLO TAND ESTAT 8-10 TON 58-70HP	H-M	1.0000	0.0018	65.00	0.12	0.56
02.03 BASE GRANULAR e=0.20 m INCLUIDO COMPACTACION CON RODILLO								
ESPEFIC	Factor Compac = 1.20							
RENDIM	2,340.00	M ²						8.55
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	1.0000	0.0034	16.70	0.06	
47	0	PEON	H-H	6.0000	0.0205	10.89	0.22	
47	0	CONTROLADOR OFICIAL	H-H	1.0000	0.0034	11.85	0.04	0.32
39	1	AGUA	M3		0.0200	2.00	0.04	
4	1	MATERIAL CLASIFICADO GRANULAR # 1	M3		0.2400	30.00	7.20	7.24
49	2	MOTONIVELADORA 125 HP CUCHARA 3.66 ML.	H-M	1.0000	0.0034	132.50	0.45	
49	2	RODILLO LISO VIB. AUTO 70-100 HP. 7-9 T	H-M	1.0000	0.0034	105.00	0.36	
49	2	RODILLO NEUMATICO AUTO 81-100 HP	H-M	1.0000	0.0034	52.00	0.18	0.99
02.04 SARDINEL SUMERGIDO 15 x 30 cm F'C=210 KG/CM2 INCLUIDO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
ESPEFIC								
RENDIM	180.00	ML						27.79
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	0.5000	0.0222	16.70	0.37	
47	0	OFICIAL	H-H	2.0000	0.0889	11.85	1.05	
47	0	OPERARIO	H-H	3.0000	0.1333	14.56	1.94	
47	0	PEON	H-H	8.0000	0.3556	10.89	3.87	7.23
4	1	ARENA GRUESA	M3		0.0250	38.00	0.95	
30	1	CLAVOS DE 2 A 4	KG		0.0740	4.62	0.34	
39	1	AGUA	M3		0.0110	2.00	0.02	
30	1	ALAMBRE NEGRO # 8	KG		0.0740	4.62	0.34	
5	1	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"	M3		0.0510	90.00	4.59	
43	1	MADERA TORNILLO EN BRUTO	p ²		0.6600	2.42	1.60	
21	1	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		0.5800	18.50	10.73	18.57
48	2	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 16P3 20-35HP	H-M	1.0000	0.0444	31.50	1.40	
49	2	VIBRADOR DE CONCRETO GASOLIONA 5 HP	H-M	1.0000	0.0444	11.76	0.52	1.92
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		1.0000	7.23	0.07	0.07

02.05 IMPRIMACION ASFALTICA								
ESPEFIC								
RENDIM	1,200.00	M ²						4.65
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0 CAPATAZ	H-H	0.5000	0.0033	16.70	0.06		
47	0 OPERARIO	H-H	1.0000	0.0067	14.56	0.10		
47	0 PEON	H-H	4.0000	0.0267	10.89	0.29	0.45	
13	1 ASFALTO LIQUIDO RC 250(MOLLENDO)CILINDRO	GLN		0.3200	6.19	1.98		
53	1 KEROSENE INDUSTRIAL	GLN		0.0800	6.10	0.49	2.47	
49	2 BARREDORA MECANICA 10-20 HP-7	H-M	1.0000	0.0067	85.50	0.57		
49	2 CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP	H-M	1.0000	0.0067	118.20	0.79		
49	2 COMPRESORA NUMA.DISEL 250-330PCM 87HP	H-M	1.0000	0.0067	53.20	0.36	1.72	
37	3 HERRAMIENTAS MANUALES	%		3.0000	0.45	0.01	0.01	
02.06 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE e=2"								
ESPEFIC								
RENDIM	1,500.00	M ²						1.85
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0 CAPATAZ	H-H	1.0000	0.0053	16.70	0.09		
47	0 OFICIAL	H-H	1.0000	0.0053	11.85	0.06		
47	0 PEON	H-H	4.0000	0.0213	10.89	0.23	0.38	
48	2 CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP 2000GL	H-M	1.0000	0.0053	91.10	0.48		
49	2 MOTONIVELADORA 125 HP	H-M	1.0000	0.0053	115.20	0.61		
49	2 RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP	H-M	1.0000	0.0053	70.20	0.37	1.46	
37	3 HERRAMIENTAS MANUALES	%		3.0000	0.38	0.01	0.01	
02.07 PINTURA DE PAVIMENTO LINEAL CONTINUA e=0.10 CON EQUIPO								
ESPEFIC								
RENDIM	90.00	ML						9.58
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0 OFICIAL	H-H	0.1000	0.0089	11.85	0.11		
47	0 PEON	H-H	2.0000	0.1778	10.89	1.94	2.05	
54	1 PINTURA DE TRAFICO BLANCO	GLN		0.1000	74.25	7.43	7.43	
37	3 HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	2.05	0.10	0.10	
02.08 PINTADO DE SIMBOLOS Y LETRAS								
ESPEFIC								
RENDIM	30.00	M ²						22.95
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0 OFICIAL	H-H	1.0000	0.2667	11.85	3.16		
47	0 PEON	H-H	4.0000	1.0667	10.89	11.62	14.78	
54	1 PINTURA DE TRAFICO BLANCO	GLN		0.1000	74.25	7.43	7.43	
37	3 HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	14.78	0.74	0.74	
03.01 EXCAVACION MANUAL A NIVEL SUBRASANTE PARA VEREDAS								
ESPEFIC								
RENDIM	30.00	M3						67.16
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0 CAPATAZ	H-H	1.0000	0.2667	16.70	4.45		
47	0 PEON	H-H	10.0000	2.6667	10.89	29.04	33.49	
48	2 VOLQUETE 4x2 10 M3	H-M	1.0000	0.2667	120.00	32.00	32.00	
37	3 HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	33.49	1.67	1.67	

03.02 EXCAVACION MANUAL PARA SARDINEL DE VEREDAS								
ESPEFIC								
RENDIM	30.00	M3						67.16
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	1.0000	0.2667	16.70	4.45	
47	0	PEON	H-H	10.0000	2.6667	10.89	29.04	33.49
48	2	VOLQUETE 4x2 10 M3	H-M	1.0000	0.2667	120.00	32.00	32.00
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	33.49	1.67	1.67
03.03 CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE CON EQUIPO								
ESPEFIC								
RENDIM	4,367.00	M ²						0.78
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	1.0000	0.0018	16.70	0.03	
47	0	OFICIAL	H-H	3.0000	0.0055	11.85	0.07	
47	0	PEON	H-H	6.0000	0.0110	10.89	0.12	0.22
49	2	PAVIMENTADORA S/ORUGA 69 HP 10' ANCHO	H-M	1.0000	0.0018	197.00	0.35	
49	2	RODILLO NEUMATICO AUTO 81-100 HP	H-M	1.0000	0.0018	52.00	0.09	
49	2	RODILLO TAND ESTAT 8-10 TON 58-70HP	H-M	1.0000	0.0018	65.00	0.12	0.56
03.04 BASE GRANULAR e=0.10 m INCLUIDO COMPACTACION CON PLANCHA								
ESPEFIC	FACTOR DE COMPACTACION 1.20							
RENDIM	1,200.00	M ²						6.85
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	1.0000	0.0067	16.70	0.11	
47	0	OFICIAL	H-H	1.0000	0.0067	11.85	0.08	
47	0	PEON	H-H	6.0000	0.0400	10.89	0.44	0.63
39	1	AGUA	M3		0.0180	2.00	0.04	
38	1	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	M3		0.1800	19.50	3.51	3.55
48	2	CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122HP 2000GL	H-M	1.0000	0.0067	91.10	0.61	
49	2	MOTONIVELADORA 125 HP	H-M	1.0000	0.0067	115.20	0.77	
49	2	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP	H-M	1.0000	0.0067	70.20	0.47	
49	2	RODIL NEUMT-AUTO P5.5-20TN,81-100HP	H-M	1.0000	0.0067	118.97	0.80	2.65
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		3.0000	0.63	0.02	0.02
03.05 CONCRETO F'C=175 KG/CM ² e=0.10 PARA VEREDA Y RAMPA								
ESPEFIC								
RENDIM	18.00	M3						289.46
I.U.	DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL	
47	0	CAPATAZ	H-H	0.5000	0.2222	16.70	3.71	
47	0	OPERARIO	H-H	3.0000	1.3333	14.56	19.41	
47	0	OFICIAL	H-H	2.0000	0.8889	11.85	10.53	
47	0	PEON	H-H	8.0000	3.5556	10.89	38.72	72.37
4	1	ARENA GRUESA	M3		0.4800	38.00	18.24	
4	1	CANTO RODADO	M3		0.6800	30.00	20.40	
21	1	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		8.6600	18.50	160.21	
39	1	AGUA	M3		0.2000	2.00	0.40	199.25
48	2	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR11P3-18 HP	H-M	1.0000	0.4444	20.00	8.89	
49	2	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP. 2.4"	H-M	1.0000	0.4444	12.00	5.33	14.22
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	72.37	3.62	3.62

03.06 CONCRETO PREMEZCLADO F'C=175 KG/CM ² PARA SARDINEL								
ESPECIFIC								
RENDIM	18.00		M3					289.46
I.U.		DESCRIPCIÓN	U.M.	RQTO	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	SUB TOTAL
47	0	CAPATAZ	H-H	0.5000	0.2222	16.70	3.71	
47	0	OPERARIO	H-H	3.0000	1.3333	14.56	19.41	
47	0	OFICIAL	H-H	2.0000	0.8889	11.85	10.53	
47	0	PEON	H-H	8.0000	3.5556	10.89	38.72	72.37
4	1	ARENA GRUESA	M3		0.4800	38.00	18.24	
4	1	CANTO RODADO	M3		0.6800	30.00	20.40	
21	1	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS		8.6600	18.50	160.21	
39	1	AGUA	M3		0.2000	2.00	0.40	199.25
48	2	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR11P3-18 HP	H-M	1.0000	0.4444	20.00	8.89	
49	2	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP. 2.4"	H-M	1.0000	0.4444	12.00	5.33	14.22
37	3	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.0000	72.37	3.62	3.62

Fuente: Elaboración Propia

4.1. HIPÓTESIS

Se plantea la formulación de una hipótesis alterna (H1) y una hipótesis nula (H0) para la validación de la hipótesis en cuanto a los resultados.

4.1.1. Hipótesis General:

Se llevó a cabo la prueba de causa y efecto a través del Chi 2 de Pearson entre evaluación del pavimento flexible y reconstrucción del pavimento Flexible

a) Formulación de la hipótesis nula y alterna

Hipótesis Nula (H0)

H0: $X \rightarrow Y = 0$: La evaluación de pavimentos flexibles no influye significativamente a la reconstrucción de pavimentos flexibles

Hipótesis alterna (H1)

H1: $X \rightarrow Y \neq 0$: La evaluación de pavimentos flexibles influye significativamente a la reconstrucción de pavimentos flexibles

b) Nivel de confianza: $Z = 95\% = 1.96$

c) Margen de error: Al 5% (0.05)

d) Regla de decisión

$p \geq \alpha$ = acepta H0

$p < \alpha$ = rechaza H0

e) Prueba de hipótesis general

Tabla 47: Resultados SPSS para la Hipótesis general

Pruebas de chi – cuadrado			
	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,000a	3	,000
Razón de verisimilitud	22,492	3	,000
Asociación lineal por lineal	1,267	1	,260
N° de casos válidos	16		

a. 8 casillas (100%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo es 1.25

Fuente: Elaboración propia

f) Decisión estadística

Según el resultado del coeficiente de causa y efecto de Chi cuadrado, P es menor que α (0.05), donde se evidencia que el nivel de insignificancia es $\text{sig} = 0.00$. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) que prueba que la evaluación de pavimentos flexibles influye significativamente en la reconstrucción de pavimentos flexibles. Conforme a los resultados obtenidos se puede afirmar que cuando hay una evaluación de por medio el pavimento flexible se comporta estructuralmente mejor, siguiendo cada uno de los parámetros de diseño.

4.1.2. Hipótesis Específicas:

Hipótesis Específica 1:

g) Formulación de la hipótesis nula y alterna

Hipótesis Nula (H_0)

$H_0: X \rightarrow Y = 0$: El método PCI no influye significativamente en la reconstrucción de pavimentos flexibles.

Hipótesis alterna (H_1)

$H_1: X \rightarrow Y \neq 0$: El método PCI influye significativamente en la reconstrucción de pavimentos flexibles.

h) Nivel de confianza: $Z = 95\% = 1.96$

i) Margen de error: Al 5% (0.05)

j) Regla de decisión

$p \geq \alpha$ = acepta H_0

$p < \alpha$ = rechaza H_0

k) Prueba de hipótesis específica 1

Tabla 48: Resultados SPSS para la Hipótesis específica 1

Pruebas de chi – cuadrado			
	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,000a	3	,0026
Razón de verisimilitud	22,353	3	,0011
Asociación lineal por lineal	1,245	1	,240
N° de casos válidos	16		

a. 8 casillas (100%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo es 1.25

Fuente: Elaboración propia

l) Decisión estadística

Según el resultado del coeficiente de causa y efecto de Chi cuadrado, P es menor que α (0.05), donde se evidencia que el nivel de insignificancia es $\text{sig} = 0.026$. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) que prueba que el método PCI influye significativamente en la reconstrucción del pavimento flexible.

Conforme a los resultados obtenidos se puede afirmar que cuando se realiza la evaluación empleando la metodología del PCI dará como resultado un indicador numérico que indica la condición del pavimento, mientras más bajo sea este indicador las probabilidades de reconstrucción son mayores.

Hipótesis Específica 2:

m) Formulación de la hipótesis nula y alterna

Hipótesis Nula (H_0)

$H_0: X \rightarrow Y = 0$: El ensayo de la viga Benkelman no influye significativamente en la reconstrucción del pavimento flexible.

Hipótesis alterna (H_1)

$H_1: X \rightarrow Y \neq 0$: El ensayo de la viga Benkelman influye significativamente en la reconstrucción del pavimento flexible

Nivel de confianza: $Z = 95\% = 1.96$

n) Margen de error: Al 5% (0.05)

o) Regla de decisión

$p \geq \alpha$ = acepta H_0

$p < \alpha$ = rechaza H_0

p) Prueba de hipótesis específica 2

Tabla 49: Resultados SPSS para la Hipótesis específica 2

Pruebas de chi – cuadrado			
	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20,000a	3	,0032
Razón de verisimilitud	19.456	3	,0019
Asociación lineal por lineal	1,265	1	,250
N° de casos válidos	16		

a. 8 casillas (100%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo es 1.25

Fuente: Elaboración propia

q) Decisión estadística

Según el resultado del coeficiente de causa y efecto de Chi cuadrado, P es menor que α (0.05), donde se evidencia que el nivel de insignificancia es $\text{sig} = 0.026$. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) que prueba que el ensayo de la viga Benkelman influye significativamente en la rehabilitación de pavimentos.

Conforme a los resultados obtenidos se puede afirmar que el ensayo de la viga Benkelman permite obtener las deflexiones del pavimento obteniendo a su vez el comportamiento de cada una de las capas que conforma el pavimento flexible, datos necesarios para un óptimo diseño.

IV.DISCUSIÓN

- ✓ En los resultados obtenidos en la Hipótesis General: La evaluación del pavimento flexible influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano Distrito de los Olivos -2018. Monzón, E. en su tesis titulada. “Evaluación, Construcción, Rehabilitación y Mantenimiento del Sistema Vial Urbano del Distrito los Olivos” en el año 2011. Se brinda propuestas de rehabilitación partiendo de la evaluación y análisis tanto superficial como estructural para determinar el comportamiento del Pavimento y brindar propuestas de rehabilitación en base a los resultados obtenidos. En el presente proyecto de investigación coincide con la teoría descrita.

- ✓ Con respecto a la investigación: Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la vías arteriales : Cincuentenario , Colon y Miguel Grau (Huacho – Huaral – Lima) Leguía , P y Pacheco , H. (2016) concluye que Con la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) se puede clasificar el estado de conservación en el que se encuentran los pavimentos flexibles, así como también el tipo de fallas que presentan, a fin de realizar el tratamiento que corresponda.
 Los resultados en la presente investigación se ha seguido la misma metodología de evaluación superficial obteniéndose información importante, en cuanto al procedimiento para la evaluación del pavimento para hallar su condición actual.

- ✓ En los resultados obtenidos en la Hipótesis específica 2: El método PCI influye en la rehabilitación del Jr. José Santos Chocano Distrito de los Olivos -2018. Chávez C. en su tesis titulada. “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel-Pablo, tramo San Miguel-SUNUDEN en el año 2015. Se brinda propuestas de rehabilitación partiendo de la evaluación estructural con la viga Benkelman para determinar el comportamiento del Pavimento. Estas propuestas de rehabilitación parten de la capacidad estructural que requiere la carpeta asfáltica. En el presente proyecto de investigación los resultados esperados son los esperados con respecto al antecedente mencionado.

V. CONCLUSIONES

La conclusión que se obtuvo en la presente tesis está de acuerdo a los objetivos planteados, al marco teórico y al uso que se les dio a los instrumentos.

- ✓ Conclusión 1: En relación al Objetivo General: Determinar la influencia de la evaluación del pavimento flexible para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018. Se pudo realizar una evaluación superficial y otra estructural dando como resultado en ambas metodologías la mala condición del Pavimento Flexible de esta manera se presentó una propuesta de reconstrucción basada en los resultados obtenidos.
- ✓ Conclusión 2: En relación al O1: Determinar cómo influye el PCI para la reconstrucción del pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de Los Olivos -Lima 2018. Se logró determinar que cuando el indicador numérico es relativamente bajo, el pavimento va requerir de una reconstrucción. Según las tablas mostrada en la teoría se sugieren propuestas de mantenimiento según el tipo de falla y el número de rango en el cual está clasificado el pavimento, pero en la presente investigación no aplicada ni una propuesta de mantenimiento porque el PCI dio como resultado 39, ubicándolo es una escala relativamente baja requiriendo una reconstrucción. Concluyendo que el Método PCI influye en la reconstrucción del pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de Los Olivos -Lima 2018.
- ✓ Conclusión 3: Se ha determinado el comportamiento estructural de las capas del Pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos, mediante el análisis deflectométrico. Indicándonos que dicha vía presenta actualmente un comportamiento estructural de mala calidad. Debido a que la deflexión promedio (64.9×10^{-2} mm) es mayor a la deflexión admisible (51.80×10^{-2} mm). Por lo que no se garantiza una estructura de comportamiento satisfactorio. Se concluye que el ensayo de la viga Benkelman influye en la reconstrucción del pavimento flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de Los Olivos -Lima 2018.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Para la evaluación superficial, en el método PCI se recomienda la supervisión de profesionales con experiencia en la rama así mismo contar con los instrumentos necesarios y el previo conocimiento acerca de cada uno del tipo de fallas para poder identificarlas fácilmente.

Recomendación 2: Para la evaluación estructural, se recomienda la viga Benkelman cuente con el certificado de calibración correspondiente. Realizar evaluaciones estructurales en forma periódica para tomar las medidas correspondientes a tiempo. En cuanto al diseño seguir los Métodos de diseños por el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma C.E 0.10 de Pavimentos urbanos.

Recomendación 3: Se recomienda realizar un mantenimiento periódico o realizar seguimiento del comportamiento del pavimento para evitar costos mayores en un corto plazo.

VII. REFERENCIAS

- 1) ARIAS, Fidas G. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta. Fidas G. Arias Odón, 2012.
- 2) ARMIJOS, C. Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Slideshare [seriado en línea], 2009.
- 3) BALAREZO ZAPATA, Javier Iván. Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento. 2017.
- 4) BECERRIL VALENCIA, Antonio; MIRANDA BECERRIL, Diego Iván. Procedimiento Constructivo de Pavimentos Flexibles en la carretera: Barranca Larga en el Estado de Oaxaca. 2016.
- 5) BERNAL, César Augusto. Metodología de la Investigación. Pearson, 2006.
- 6) BARRIOS FLORES, César Augusto. Evaluación, deformación y rehabilitación viral cruce Panamericana Sur, Rotonda-Ovalo Cementerio, Binacional en la Región Moquegua. 2016.
- 7) BONETT, G. Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá DC Presidencia de la República del Ecuador REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA, 2014.
- 8) BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Lima: sn, 2012.
- 9) CAZORLA ARTILES, María Elena, et al. Metodología para la evaluación del pavimento flexible y propuesta de soluciones de rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la inspección visual. e-libro, Corp., 2010.

- 10) CHÁVEZ, Carahuatay; EDUARDO, Ronald. Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel-Pablo, tramo San Miguel-SUNUDEN; mediante el análisis deflectométrico. 2015.
- 11) CUBAS DE LA TORRE, Rosa Beatriz. Comportamiento estructural del pavimento flexible en la Vía de Evitamiento Sur-Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la viga Benkelman. 2017.
- 12) DEROUSSEN, Matthieu. Modelos Empíricos de Diseño de Pavimentos Flexibles para Nuevas Construcciones-Edición Única.
- 13) DÍAZ TAPIA, Sara Hilda. Factores que influyen en el deterioro del Pavimento Flexible de La Avenida Universitaria del cantón Babahoyo De La Provincia De Los Ríos. 2016.
- 14) ESPLANA, Sullca; RUBEN, Erick. Evaluación de la capacidad estructural y funcional del pavimento según la norma peruana de pavimentos, durante el proceso de construcción carretera Huancavelica-Lircay, periodo 2016. 2017.
- 15) FERNÁNDEZ, Monzón; FELIZARDO, Esteban. Evaluación, construcción, rehabilitación y mantenimiento del sistema vial urbano del Distrito Los Olivos. 2011.
- 16) GUTIÉRREZ LÁZARES, José Wilfredo. Modelación geotécnica de pavimentos flexibles con fines de análisis y diseño en el Perú. 2007.
- 17) HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la investigación. 2010.

- 18) HUMPIRI PINEDAA, Katia. Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de Vías en la Región de Puno. 2015
- 19) HERNÁNDEZ SALAZAR, Gino Stalin; TORRES SONO, Juan Carlos Gregorio. Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, tramo carretero Pomalca–Av. Víctor Raúl Haya de la Torre. 2016.
- 20) LEGUÍA LOARTE, Paola Beatriz; PACHECO RISCO, Hans Fernando. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). 2016.
- 21) LOZADA, José. Investigación Aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2014, vol. 3, no 1, p. 47-50.
- 22) LLOSA GRAU, Joaquín, et al. Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos (aplicación: Municipio de La Molina). 2013.
- 23) MBA LOZANO, Eduardo, et al. Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio Ciudadela del Café–vía La Badea. 2005. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales.
- 24) MEDINA PALACIOS, Armando; DE LA CRUZ PUMA, Marcos. Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. 2015.

- 25)MEDINA PALACIOS, Armando. Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. 2015.
- 26)MEZA PALOMINO, Harold Celedonio. Evaluación Deflectometrica Obtenida con la Viga Benkelman y Diseño de Estructuras de Pavimentos por el Método Aashto 2008 en la Avenida Hartley del Distrito de José Luis Bustamante y Rivero-Arequipa.
- 27)MINEROS, Rodríguez; ELENA, Carmen; RODRÍGUEZ MOLINA, José Antonio. Evaluación y Rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje. 2004. Tesis para optar el Título de Ingeniería Civil. Universidad de El Salvador.
- 28)MONTOYA GOICOCHEA, Jorge Eduardo. Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón-Huacho-Pativilca. 2007.
- 29)MOSQUERA PALACIOS, Clarycelly; MONTOYA CADAVID, Paulandrea. Patología de pavimentos de la comuna no. 4 del municipio de Bello, Antioquia. 2002.
- 30)RENGIFO ARAKAKI, Kimiko Katherine Harumi. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189). 2015.

- 31) ROBLES ALVARADO, Vladimir Elmer. Evaluación y diagnóstico del pavimento flexible en la carretera Cátac–Huari, tramo Cátac-Querococha, utilizando la viga Benkelman y el método PCI. 2016.
- 32) RODRÍGUEZ CALDERÓN, Wilson; PALLARES MUÑOZ, Myriam Rocío. Desarrollo de un modelo de elementos finitos para el diseño racional de pavimentos. Tecnura, 2005, vol. 9, no 17.
- 33) SOTIRIADIS, Georgios. Asphalt transport pavements: causes of deterioration, methods of maintenance and suggestions/guidelines for new smart methods. 2016.
- 34) YARANGO SERRANO, Eduardo Manuel. “Rehabilitación de la carretera de acceso a la sociedad minera Cerro Verde (s.m.c.v) desde la prog. km 0+000 hasta el km 1+900, en el Distrito de Uchumayo, Arequipa, empleando el sistema bitufor para reducir la reflexión de grietas y prolongar la vida útil del Pavimento”.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
¿De que manera influye la evaluación del pavimento flexible para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos-Lima 2018?	Determinar la influencia de la evaluación del pavimento flexible para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos-Lima 2018	La evaluación del pavimento flexible influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos-Lima 2018	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	PCI	Clasificación de fallas Condición de pavimentos	TIPO: Aplicada NIVEL: Explicativo (Explica el comportamiento de una variable en función de otra) DISEÑO: Experimental Cuasi- Experimento
				Viga Benkelman	Deflexión del pavimento Comportamiento del pavimento	
Específicos	Específicos	Específicos	DEPENDIENTE			
P1: ¿De qué manera influye el método PCI para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos Lima- 2018?	O1: Determinar la influencia del método PCI para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.	H1: El método PCI influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.	RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Mantenimiento de vías	Mantenimiento preventivo	
					Mantenimiento Rutinario	
					Mantenimiento Periódico	
P2: ¿De qué manera influye el ensayo de la viga Benkelman para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos Lima- 2018?	O2: Determinar la influencia del ensayo de la viga Benkelman para la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.	H2: El ensayo de la viga Benkelman influye en la reconstrucción del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos – Lima 2018.	RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Diseño de vías	AASTHO 93	
					CBR	
					ESAL	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: FOTOS



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



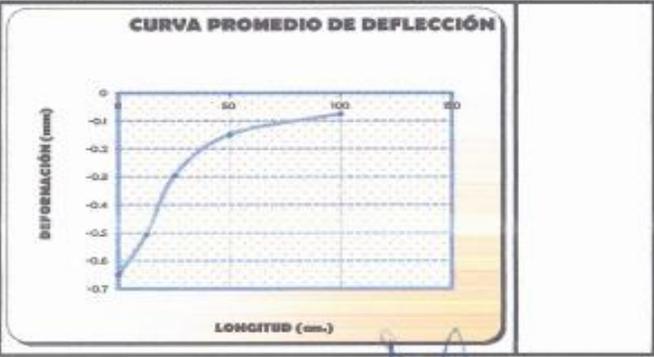
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO



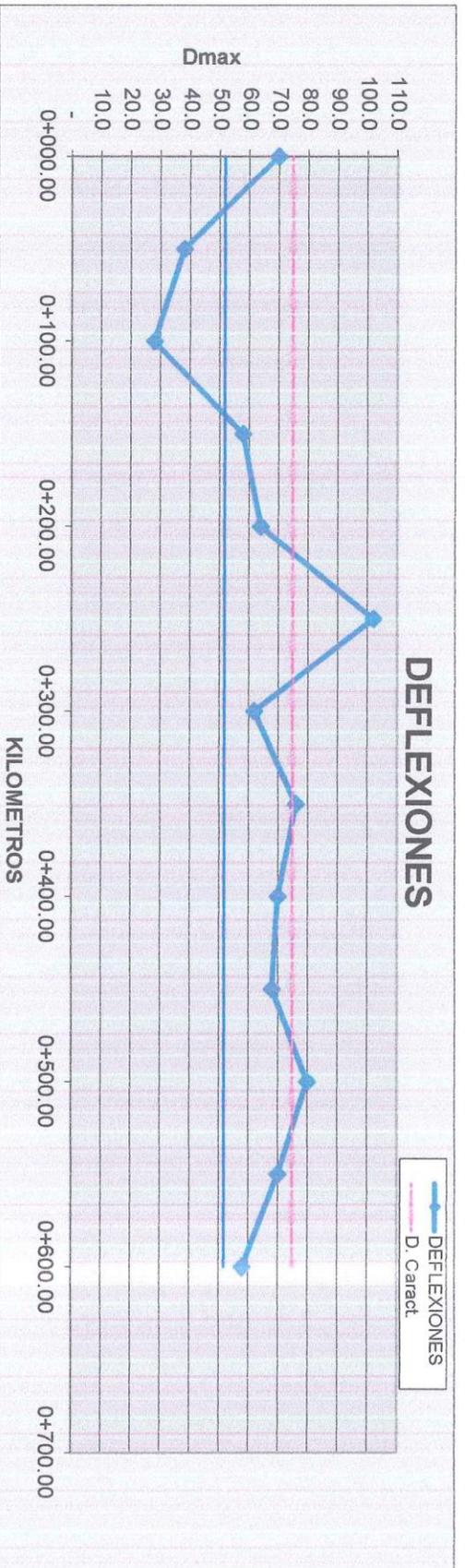
CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DASH & LEAO
R.U.C. N° 20487304426

RESULTADOS DE ENSAYO- EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA															
LUGAR		LIMA - PERU													
ENTIDAD		BRENDA VIDAUURRE CARRION													
UBICACIÓN		IRON JOSE SANTOS CHOCAÑO													
DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA															
MODELO DE HOGG															
EQUIPO : VIGA BENKELMAN								SEPARACIÓN : 0.50 mb.							
FECHA : Nov-18								TRAMO : 00+000.00 AL 00+600							
RELACIÓN DE VIGA: 0.504															
NO	PROGR. Km.	Temp Dev °C	LECTURA DE CAMPO E ⁻³ mm			DEFLEXIONES E ⁻³ mm		RAD. CURV.	MODELO DE HOGG						
			L _{MAX}	L ₂₅	L ₅₀	D _{MAX}	D ₂₅		R _s cm.	L _o cm.	E Kg./cm ²	E psi	CBR %	MR kg/psi	
1	0+000.00	26	35.0	15.0	8	79.0	30.0	78.13	25.62	10.28	858.24	12,203.12	8.17	12.26	
2	0+050.00	27	19.0	7.0	4	38.0	14.0	190.21	22.83	7.20	1,370.12	19,481.28	13.05	15.93	
3	0+100.00	26	14.0	10.0	5	38.0	20.0	390.63	49.57	25.89	1,324.05	18,826.26	12.61	15.58	
4	0+150.00	25	29.0	11.0	6	56.0	22.0	66.81	23.33	8.11	990.16	14,078.82	9.43	14.15	
5	0+200.00	26	32.0	20.0	10	64.0	40.0	190.21	39.69	19.75	703.99	10,009.82	6.70	10.06	
6	0+250.00	27	51.0	19.0	10	102.0	38.0	48.83	25.02	7.64	540.90	7,690.90	5.25	7.73	
7	0+300.00	26	31.0	27.0	14	62.0	54.0	390.63	85.42	47.73	359.16	5,106.78	3.42	5.13	
8	0+350.00	29	38.0	14.0	7	76.0	28.0	65.10	22.83	7.20	685.06	9,740.64	6.52	9.79	
9	0+400.00	26	35.0	15.0	8	79.0	30.0	78.13	25.62	10.28	858.24	12,203.12	8.17	12.26	
10	0+450.00	24	34.0	13.0	7	68.0	26.0	74.40	23.48	8.29	853.85	12,140.63	8.13	12.20	
11	0+500.00	24	40.0	15.0	8	80.0	30.0	62.50	23.13	7.83	702.32	9,986.09	6.69	10.03	
12	0+550.00	23	35.0	13.0	7	70.0	26.0	71.02	22.97	7.54	779.72	11,086.64	7.43	11.14	
13	0+600.00	26	29.0	13.0	7	58.0	26.0	97.66	26.77	11.17	1,023.06	14,546.57	9.74	14.62	
ESTAD.	PROMEDIO	25.73	32.5	14.8	7.4	64.9	29.5	131.10	31.87	13.76	849.91	12,084.66	8.09	11.60	
	D. ESTÁNDAR	1.38	9.1	5.0	2.5	38.3	10.0	117.63	18.00	11.64	282.36	4,014.80	2.69	3.12	
	MÁXIMO	29	51.0	27.0	13.5	102.0	54.0	390.63	85.42	47.73	1,370.12	19,481.28	13.05	15.93	
	MÍNIMO	23	14.0	7.0	3.5	38.0	14.0	48.83	22.83	7.20	359.16	5,106.78	3.42	5.13	
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA			102.7 E ⁻³ mm												
DATOS	No DE EJES EQUIVALENTES (N _E)			4.3 E ¹⁹											
	DEFORMACIÓN ADMISIBLE (D _a)			71.9 E ⁻³ mm											
	COEFICIENTE DE POISSON (μ)			0.4											
	RADIO HUELLA CIRCULAR CONTACTO			10.748 cm.											
	CARGA SOBRE LA LLANTA			8.2 Ton 18000 LBS											
OBSERVACIONES:															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DASH & LEAO E.I.R.L. RUC N° 20487304426</p> <p style="text-align: center;">Lec. Norca Liliana Solano Castillo GERENTE GENERAL</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> <p style="text-align: right;">Ing. Leoncio A. Figueroa Balvas CIP N° 41714 INGENIERO CIVIL</p> </div> </div>															





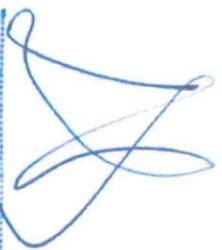
CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DASH & LEO
R.U.C. N° 20487304426



PROMEDIO 64.9
 d.STANDAR 18.27
 D.CARAC. 74.87
 D. adm 51.8

KM	Dmax	Dcarac	dadm
0+000.00	70.0	0+074.87	0+051.80
0+050.00	38.0	0+074.87	0+051.80
0+100.00	28.0	0+074.87	0+051.80
0+150.00	58.0	0+074.87	0+051.80
0+200.00	64.0	0+074.87	0+051.80
0+250.00	102.0	0+074.87	0+051.80
0+300.00	62.0	0+074.87	0+051.80
0+350.00	76.0	0+074.87	0+051.80
0+400.00	70.0	0+074.87	0+051.80
0+450.00	68.0	0+074.87	0+051.80
0+500.00	89.0	0+074.87	0+051.80
0+550.00	79.0	0+074.87	0+051.80
0+600.00	58.0	0+074.87	0+051.80

CONSULTORIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS
 DASE & LEO E.I.R.L.
 RUC N° 20487304426
 Lic. Norca Lidiana Solano Castillo
 GERENTE GENERAL


 Ing. Leoncio A. Figueroa Balvas
 CIP N° 41714
 INGENIERO CIVIL

ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PCI

Unidad de muestra n°02 del método PCI

METODO PCI					ESQUEMA					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía: Jr. Jose Santos Chocano			Sección: 1		Unidad de muestra: U2					
Ejecutor: Brenda Vidaurre C.			Fecha: Noviembre 2018		Área: 230	m2				
1.Piel de cocodrilo		6.Depresin			11.Parches y parches de cortes utilitarios		16.Fisura parabólica o por deslizamiento			
2.Exudacin		7.Fisura de borde			12.Agregado pulido		17.Hinchamiento			
3.Fisuras en bloque		8.Fisura de reflexión de junta			13.Baches		18.Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4.Abutamientos y hundimientos		9.Desnivel carril-berma			14.Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15.Desplazamiento					
FALLA		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1	severo (H)	0.6	0.4	0.4		1.4	0.61%	31		
3	moderado (M)	1	0.5	1.5		3	1.30%	12		
7	moderado (M)	2	2.5	3		7.5	3.26%	11		
10	severo (H)	3	1.2			4.2	1.83%	13		
11	severo (H)	2.5	1			3.5	1.52%	25		
13	severo (H)	1	1.8			2.8	1.22%	55		

Unidad de muestra n°7 del PCI

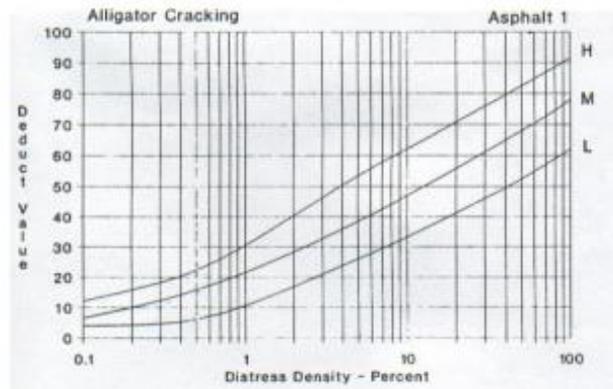
METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Jr. Jose Santos Chocano			Sección: 1		Unidad de muestra: U7				
Ejecutor: Brenda Vidaurre C.			Fecha: Noviembre 2018		Área: 230		m2		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresin				11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento			
2. Exudacin	7. Fisura de borde				12. Agregado pulido	17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta				13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados			
4. Abutamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma				14. Ahuellamiento				
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales				15. Desplazamiento				
FALLA		CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	severo (H)	0.5	0.9			1.4	0.61%	32	
3	severo (H)	1	0.5	1		2.5	1.09%	20	
7	moderado (M)	3	3	3		9	3.91%	0.9	
10	moderado (M)	2	4	3.5		9.5	4.13%	10	
11	severo (H)	1.5	3			4.5	1.96%	24	
13	severo (H)	1	1.5	3		5.5	2.39%	66	

Unidad de muestra n°8 del PCI

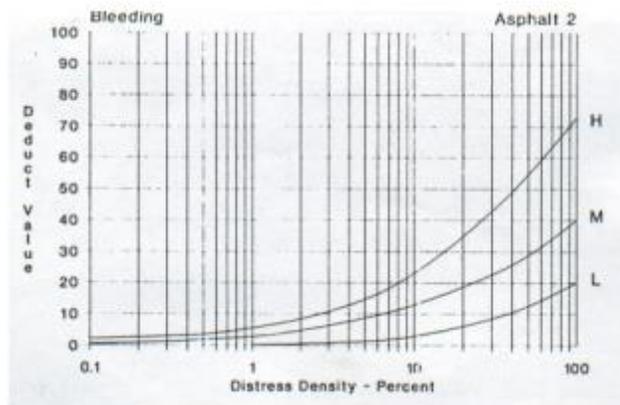
METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: Jr. Jose Santos Chocano			Sección: 1		Unidad de muestra: U8				
Ejecutor: Brenda Vidaurre C.			Fecha: Noviembre 2018		Área: 230		m2		
1.Piel de cocodrilo		6.Depresin			11.Parches y parches de cortes utilitarios		16.Fisura parabólica o por deslizamiento		
2.Exudacin		7.Fisura de borde			12.Agregado pulido		17.Hinchamiento		
3.Fisuras en bloque		8.Fisura de reflexión de junta			13.Baches		18.Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
4.Abutamientos y hundimientos		9.Desnivel carril-berma			14.Ahuellamiento				
5. Corrugación		10. Fisuras longitudinales y transversales			15.Desplazamiento				
FALLA		CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1	leve(L)	0.9	1.2		2.1	0.91%	19		
3	moderado (M)	1	0.6	1.5	3.1	1.35%	14		
10	severo (H)	2	3.5	1	6.5	2.83%	18		
11	severo (H)	2.1	1.5	1	4.6	2.00%	25		
13	severo (H)	1.5	1.5	3	6	2.61%	71		

ANEXO 05: CURVAS DE VALORES DEDUCIDOS PARA CADA TIPO DE FALLA

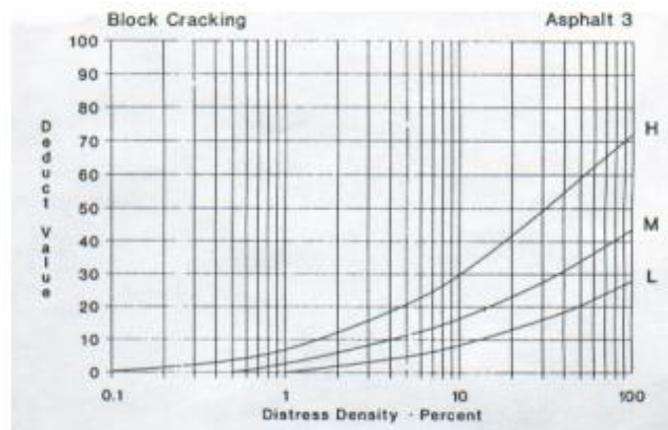
Piel de cocodrilo



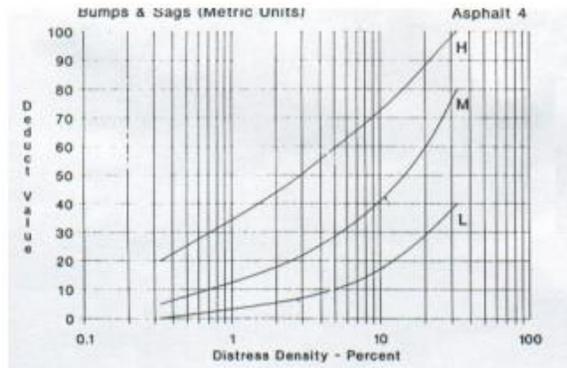
Exudación



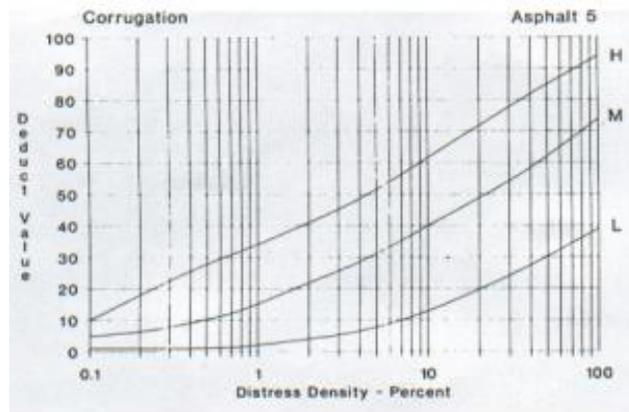
Fisura de Bloque



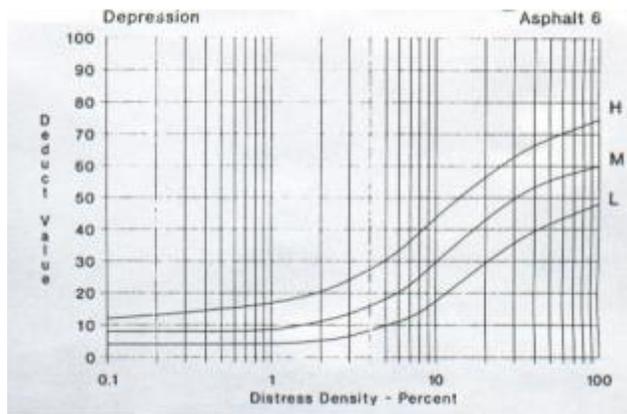
Ondulación



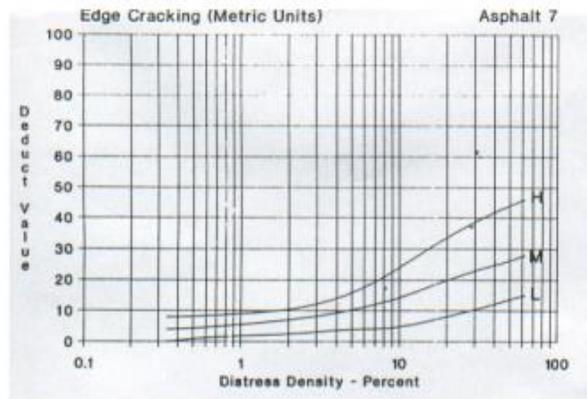
Corrugación



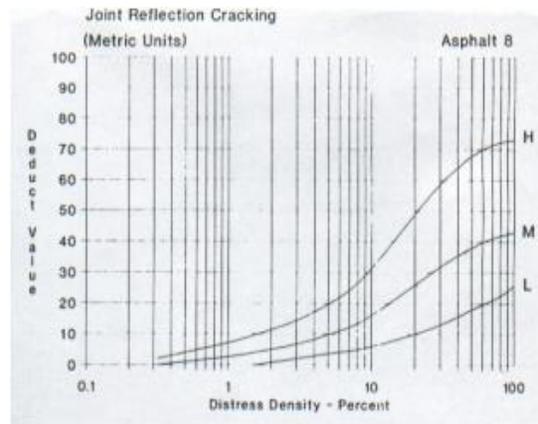
Depresión



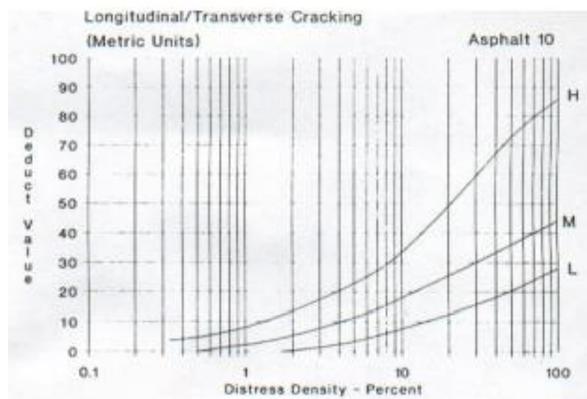
Agrietamiento de borde



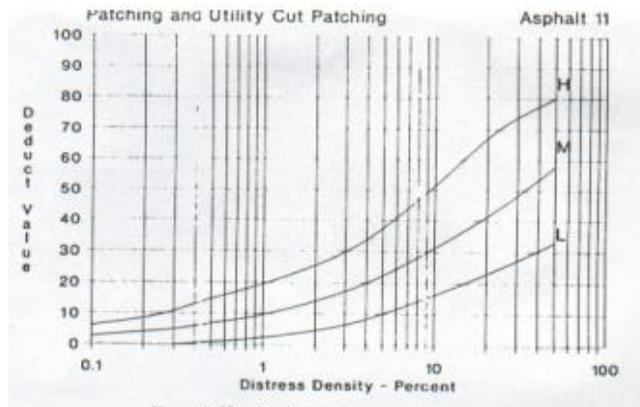
Agrietamiento de juntas



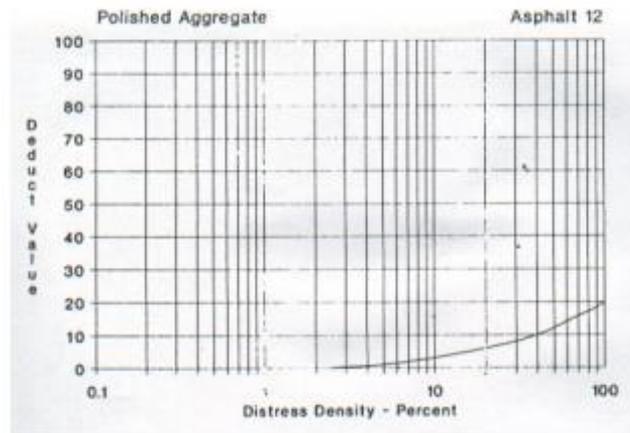
Fisuras longitudinales y Transversales



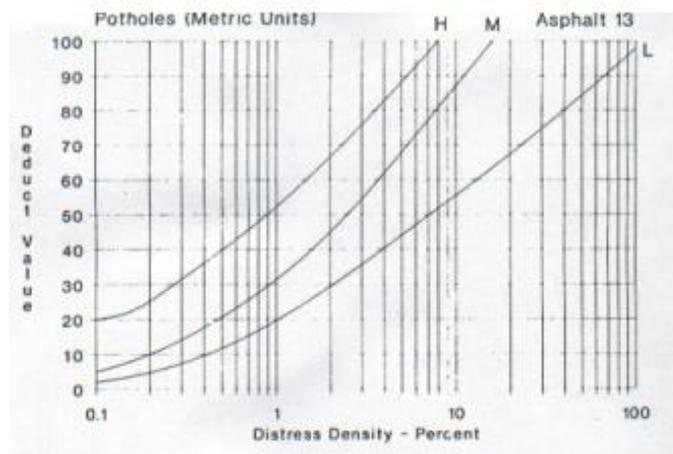
Parches



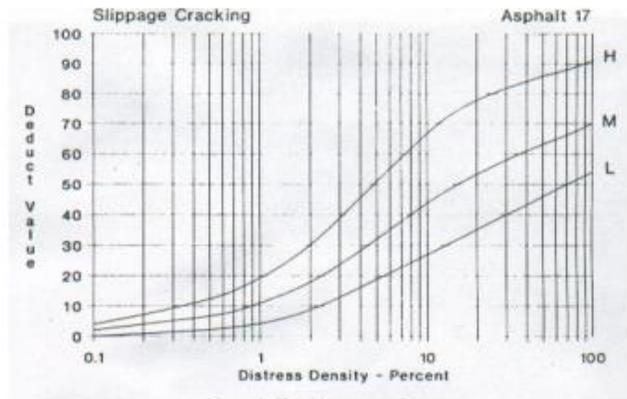
Agregado pulido



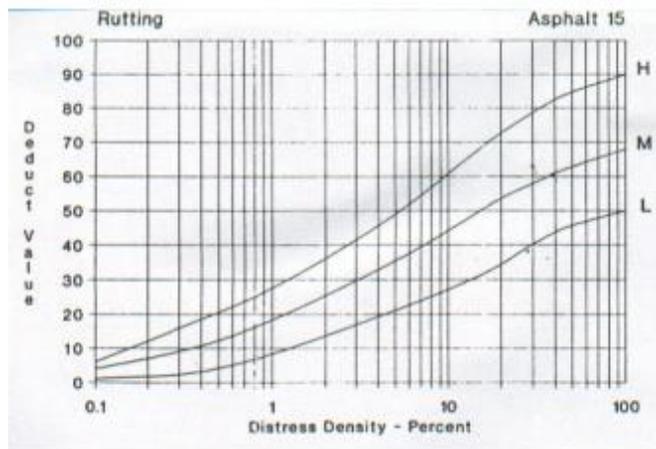
Baches



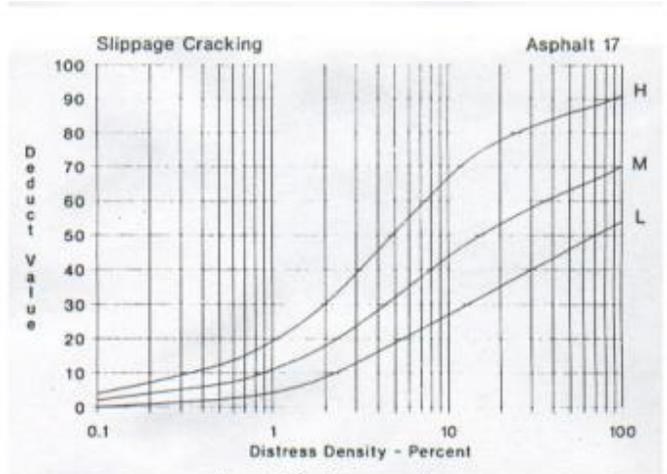
Agrietamiento por desplazamiento



Ahuellamiento

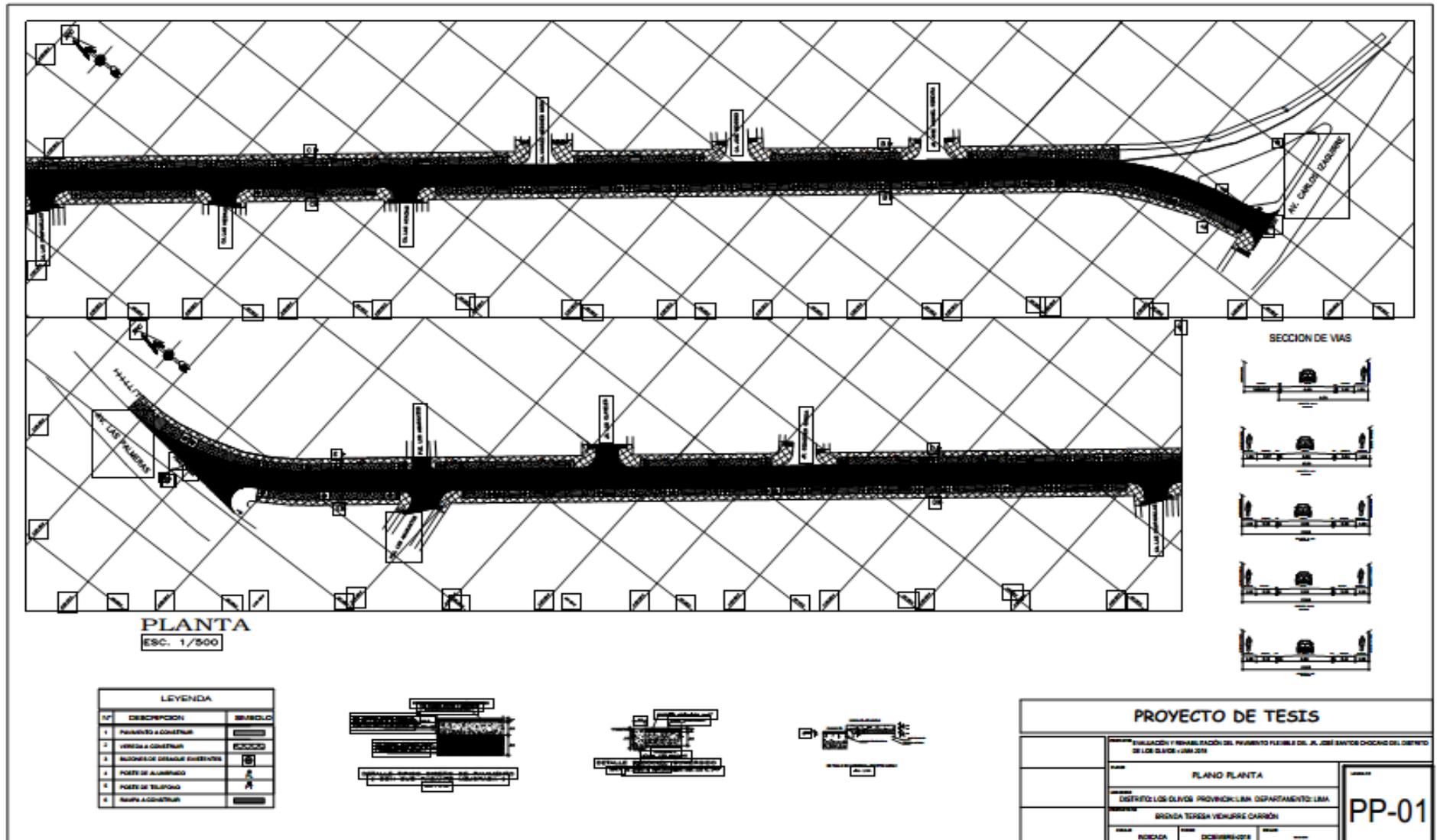


Hinchamiento



Fuente : Díaz (2014)

ANEXO 06: PLANO



ANEXO 07: VALIDEZ

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / ítems VARIABLE DEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 MANTENIMIENTO DE VIAS							
1	Mantenimiento Preventivo	✓		✓		✓		
2	Mantenimiento Rutinario	✓		✓		✓		
3	Mantenimiento Periódico	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 DISEÑO DE VIAS							
4	AASTHO 93	✓		✓		✓		
5	CBR	✓		✓		✓		
6	ESAL	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Berites Zuñiga, Jose Luis DNI: 42414842

Especialidad del validador: Magister Ing. Civil

15 de Noviembre del 2018

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.


 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	DIMENSIONES / Items VARIABLE INDEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 PCI								
1	Clasificación de fallas en Pavimentos Flexibles	✓		✓		✓		
2	Condición de Pavimentos	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2 Vige Benkelman								
3	Deflexión del Pavimento	✓		✓		✓		
4	Comportamiento del Pavimento	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Benito Zuñiga, Jose Luis DNI: 4.241.7842

Especialidad del validador: Magister Ing. Civil

15 de Noviembre del 2018

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / Items VARIABLE INDEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 PCI								
1	Clasificación de fallas en Pavimentos Flexibles	/		/		/		
2	Condición de Pavimentos	/		/		/		
DIMENSIÓN 2 Viga Bankman								
3	Deflexión del Pavimento	/		/		/		
4	Comportamiento del Pavimento	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Santos Ricardo Páez Pichón DNI: 18845637

Especialidad del validador: MAESTRO ING. CIVIL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

15 de Noviembre del 2018



Firma del Experto Informante.

SANTOS RICARDO PÁEZ PICHÓN
 INGENIERO CIVIL
 CP 51630

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / Items VARIABLE DEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 MANTENIMIENTO DE VIAS							
1	Mantenimiento Preventivo	✓		✓		✓		
2	Mantenimiento Rutinario	✓		✓		✓		
3	Mantenimiento Periódico	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 DISEÑO DE VIAS							
4	AASTHO 93	✓		✓		✓		
5	CBR	✓		✓		✓		
6	ESAL	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

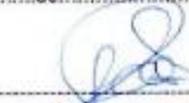
Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN DNI: 18.945.637

Especialidad del validador: MAESTRO ING. CIVIL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

15 de Noviembre del 2018



Firma del Experto Informante.

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / ítems VARIABLE DEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 MANTENIMIENTO DE VIAS								
1	Mantenimiento Preventivo	✓		✓		✓		
2	Mantenimiento Rutinario	✓		✓		✓		
3	Mantenimiento Periódico	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2 DISEÑO DE VIAS								
4	AASTHO 93	✓		✓		✓		
5	CBR	✓		✓		✓		
6	ESAL	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Mg. Ericka Claudia Buzilla Vera DNI: 09945699

Especialidad del validador: Mg. Ing. Civil

15 de Noviembre del 2018

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Ericka Buzilla

 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / ítems VARIABLE INDEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 PCI								
1	Clasificación de fallas en Pavimentos Flexibles	✓		✓		✓		
2	Condición de Pavimentos	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2 Viga Benkelman								
3	Deflexión del Pavimento	✓		✓		✓		
4	Comportamiento del Pavimento	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Mg. Ericka Claudia Bonilla Vera DNI:..... 09945649

Especialidad del validador:..... Mg. Ing. Civil

15 de Noviembre del 2018

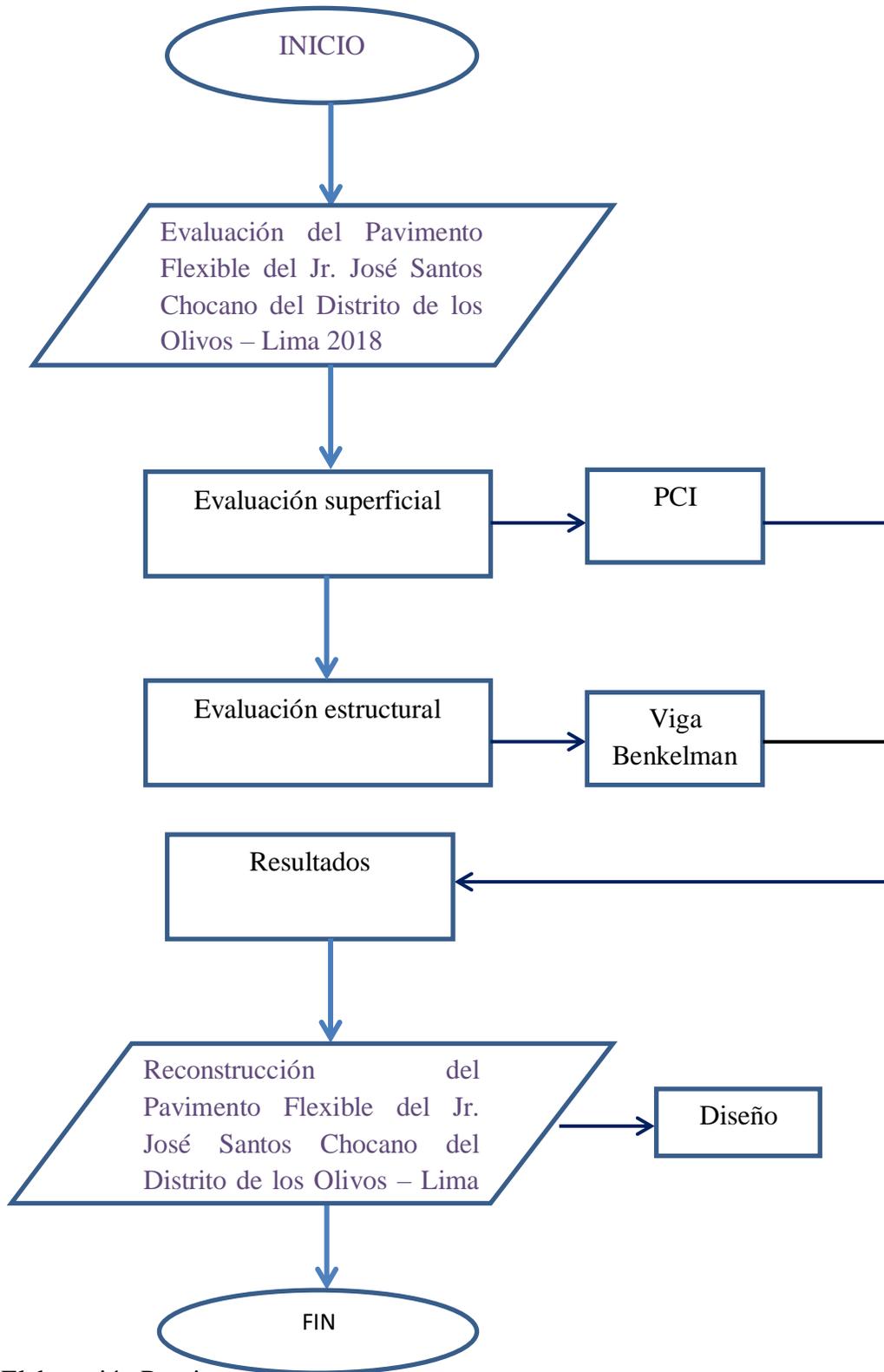
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Ericka Bonilla

 Firma del Experto Informante.

ANEXO 08: DIAGRAMA DE FLUJO



Fuente: Elaboración Propia



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, **BONILLA VERA, ERICKA CLAUDIA**, docente de la **Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la **Universidad César Vallejo-Callao**, revisora de la tesis titulada: **"EVALUACIÓN PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ SANTOS CHOCANO DEL DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA 2018"** de la estudiante **VIDAURRE CARRIÓN, BRENDA TERESA**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **30 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Callao 22 de diciembre 2018

Mg. Ericka Claudia Bonilla Vera

DNI: **09945649**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Vidaurre Carrión, Brenda Teresa



[Handwritten signature]

Filtros y configuración

Filtros

- Excluir citas
- Excluir bibliografía
- Excluir fuentes que tengan menos de:
 - palabras
 - %
 - No excluir por tamaño

Configuración opcional

- Resaltado multicolor

Activar Windows

ve a Configuración

¿Quieres nuevo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA LA COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela Profesional de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Vidaurre Carrión, Brenda Teresa.

INFORME TITULADO:

"Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018"

PARA OBTENER EL GRADO TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Civil

SUSTENTADO EN FECHA: **22 / 12 / 2018**

NOTA O MENCIÓN: **16 Dieciséis**




Mg. Ericka Claudia Bonilla Vera