



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS
MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE
GESTIÓN DE PAVIMENTO PREVENTIVO EN LA
AVENIDA 2 DE OCTUBRE DEL DISTRITO DE
LOS OLIVOS, 2020.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Victor Alfonsin Palomino Rios

Asesor:

Mg. Ing. Paula Rojas Julián

Lima - Perú

2021

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS	46
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	78
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS.....	83
ANEXO N°1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	83
ANEXO N°2. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS.....	86
ANEXO N°3. TRABAJO DE CAMPO Y PROCESAMIENTO	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Severidad para Piel de Cocodrilo.....	24
Tabla 2 Niveles de Severidad para Exudación.....	25
Tabla 3 Niveles de Severidad para agrietamiento en bloque.....	26
Tabla 4 Niveles de Severidad para abultamiento y hundimiento.....	26
Tabla 5 Niveles de Severidad para Corrugación.....	27
Tabla 6 Niveles de Severidad para Depresión.....	27
Tabla 7 Niveles de Severidad para Grieta de borde.....	28
Tabla 8 Niveles de Severidad para Grieta de reflexión de junta.....	28
Tabla 9. Niveles de Severidad para Desnivel carril/ berma.....	29
Tabla 10 Niveles de Severidad para Grietas Longitudinales y transversales.....	30
Tabla 11 Niveles de Severidad para Parcheo.....	30
Tabla 12 Niveles de Severidad para Pulimento de Agregados.....	31
Tabla 13 Niveles de Severidad para Huecos.....	31
Tabla 14 Niveles de Severidad para huecos.....	31
Tabla 15 Niveles de Severidad para Cruce de vía Férrea.....	32
Tabla 16 Niveles de Severidad para Ahuellamiento.....	32
Tabla 17 Niveles de Severidad para Desplazamiento.....	33
Tabla 18 Niveles de Severidad para Grietas parabólicas.....	33
Tabla 19. Niveles de Severidad para Hinchamiento.....	34
Tabla 20 Niveles de Severidad para Meteorización y desprendimiento de agregados.....	34
Tabla 21 Longitud de unidad de muestreo.....	36
Tabla 23. Operacionalización de la Variable Independiente.....	38
Tabla 22. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	38
Tabla 24 Categorización del PCI vs. Tipos de Mantenimiento.....	41
Tabla 25 Costos de Mantenimiento sugerido.....	41
Tabla 26 Ratios de deterioro referenciales.....	42
Tabla 27 Descomposición de la vía de estudio.....	46
Tabla 28 Dimensiones de la Av. 2 de Octubre.....	46
Tabla 29. Resumen de los resultados obtenidos en ambos sectores.....	49
Tabla 30 Resumen de condición de la Av. 2 de Octubre.....	50
Tabla 31 Criterios para mantenimiento rutinario.....	50
Tabla 32 Criterios para mantenimiento periódico.....	51
Tabla 33 Acciones por categoría.....	51
Tabla 34 Criterios para rehabilitación.....	52
Tabla 35 Datos de la Av. 2 de octubre.....	52
Tabla 36 Resumen de los resultados, sin intervención.....	57
Tabla 37 Resumen de resultados, aplicando sistema de gestión de pavimentos tradicional.....	66
Tabla 38. Resumen de resultados, aplicando sistema de gestión de pavimentos preventivo.....	73
Tabla 39 Frecuencia mínima sugerida para el monitoreo.....	76
Tabla 40. Resumen de resultados de las proyecciones con los tres sistemas.....	76
Tabla 41 Matriz de consistencia.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento del pavimento al realizar trabajos de mantenimiento preventivo. Fuente: Menéndez, J. (2013).....	22
Figura 2. Catálogo de deterioros considerados para el método PCI. Fuente: ASTM D6433-03, 2004.....	24
Figura 3. Procesamiento de datos utilizado el software EVALPAV. Fuente: Propia.	40
Figura 4. Prelación de intervención según sistema de gestión de pavimento preventivo. Fuente: Sotil, 2014.....	44
Figura 5. Visualización del pavimento flexible en la Av. 2 de Octubre. Fuente: Propia.....	48
Figura 6. Sistema vial Metropolitano vigente de Lima Metropolitana. Fuente: Instituto Metropolitano de Planificación, 2018.....	48
Figura 7. Decrecimiento del valor de PCI con respecto al tiempo. Fuente: Propia.	58
Figura 8. Desarrollo del CAR en los años evaluados. Fuente: Propia.	58
Figura 9. Mejoramiento lento del PCI aplicando Sistema de gestión de Pavimentos tradicional. Fuente: Propia.	66
Figura 10. Desarrollo del CAR del pavimento aplicando Sistema de gestión de Pavimentos tradicional. Fuente: Propia.	67
Figura 11. Desarrollo del incremento del PCI con respecto al año anterior. Fuente: Propia.	74
Figura 12. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento utilizando sistema de gestión de pavimentos preventivo. Fuente: Propia.	74
Figura 13. Desarrollo del CAR utilizando el sistema gestión de pavimentos preventivo. Fuente: Propia.....	75
Figura 14. Sector 1-UM-03-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	87
Figura 15. Sector 1-UM-09-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	87
Figura 16. Sector 1-UM-30-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	88
Figura 17. Sector 1-UM-39-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	88
Figura 18. Sector 2-UM-3-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	89
Figura 19. Sector 2-UM-30-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	89
Figura 20. Sector 2-UM-39-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia.....	90
Figura 21. Sector 1-UM-3-Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	90
Figura 22 Sector 1-UM-6- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	91
Figura 23. Sector 1-UM-9- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	91
<i>Figura 25. Sector 1-UM-15- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....</i>	<i>92</i>
Figura 24. Sector 1-UM-12- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	92
Figura 26. Sector 1-UM-21- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	93
Figura 27. Sector 1-UM-18 Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	93
Figura 28. Sector 1-UM-27- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	94
Figura 29. Sector 1-UM-24- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	94
Figura 30. Sector 1-UM-33- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	95
Figura 31. Sector 1-UM-30- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	95
Figura 32. Sector 1-UM-39- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	96
Figura 33. Sector 1-UM-36- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia.....	96

Figura 34. Sector 1- Ubicación general usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	97
Figura 35. Sector 2-UM-9- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	98
Figura 36. Sector 2-UM-6 Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	98
Figura 37. Sector 2-UM-12 Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	99
Figura 38. Sector 2-UM-15- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	99
Figura 39. Sector 2-UM-21- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	100
Figura 40. Sector 2-UM-18- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	100
Figura 41. Sector 2-UM-27- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	101
Figura 42. Sector 2-UM-24- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	101
Figura 43. Sector 2-UM-33- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	102
Figura 44. Sector 2-UM-30- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	102
Figura 45. Sector 2-UM-39- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	103
Figura 46. Sector 2-UM-36- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	103
Figura 47. Sector 2-Resumen- Ubicación general usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia	103

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo. Fuente: ASTM D 6433-03,2004.....	36
Ecuación 2. Desviación estándar del PCI. Fuente: ASTM D 6433-03,2004.	37
Ecuación 3. Intervalo de inspección del PCI. Fuente: ASTM D 6433-03,2004.....	37
Ecuación 4. Determinación del Costo Anual de Reparación Fuente: Sotil, 2014.	53

RESUMEN

La avenida 2 de Octubre es una vía importante de conexión entre autopistas importantes de Lima Norte pero actualmente presenta un mal estado que dificulta el tránsito rápido de los vehículos. El presente trabajo tiene como objetivo determinar cómo influye la aplicación del sistema preventivo en la etapa de planificación del mantenimiento en disminución del costo anual de reparación del pavimento en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos. La metodología para la obtención de la base de datos inicial fue Pavement Condition Index (PCI) de la norma ASTM D6433-07 y se realizó en dicha avenida que actualmente recibe alto tránsito de vehículos pesados ya que conecta la autopista Canta Callao con la Panamericana Norte.

Se siguen los lineamientos de la metodología adoptada para la toma de datos, por ello se divide la vía en unidades de muestra, luego se realizaron las inspecciones para clasificarlas de acuerdo a los tipos de fallas y la severidad que se encuentren en cada unidad. Esto permite obtener el valor PCI de la vía que sirve como punto de inicio para realizar los tres escenarios de evaluación (sin tratamiento, tratamiento tradicional y tratamiento preventivo) en un período de 20 años evidenciando las diferencias en cada modelo de evaluación.

Los resultados mostraron que el valor del PCI se puede incrementar a 92.15 (clasificado como “Excelente”) al año 20 de evaluación y genera una reducción del 80.05% del valor del costo anual de reparación comparando el último año de evaluación con el primero, implementando el sistema de gestión de pavimentos preventivo.

Finalmente, con este trabajo de investigación se busca contribuir en la investigación en la rama de ingeniería vial de parte de los alumnos y eso se verá reflejado en mejores vías que permitan el desarrollo de nuestro país.

Palabras clave: Gestión de Pavimentos preventivo, método PCI, mantenimiento vial.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- ASTM D 6433-03, (2004). Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos.
- Arhin, S., Williams, L., Ribbiso, A. y Anderson, M. (2015). *Predicting Pavement Condition Index Using International Roughness Index in a Dense Urban Area. Journal of Civil Engineering Research*, Vol. 5 No. 1, pp. 10-17. Doi: [doi:10.5923/j.jce.20150501.02](https://doi.org/10.5923/j.jce.20150501.02)
- Barajas, E. y Buitrago, B. (2017). *Análisis comparativo del sistema de gestión de los pavimentos o mantenimiento vial la ciudad de Bogotá con la ciudad de Sao Paulo*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Cantuarias, L. y Wantanabe, J. (2017). *Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida camino real de la urbanización La Rinconada del distrito de Trujillo*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- CIP tv (15 de abril del 2020). *Seminario Virtual Evaluación Superficial de Pavimentos en Carreteras y Aeropuertos* [Video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=styeUY1BYlo>
- Benedict, S, Somerville, M, Vassiliki, L, Ortiz, J, Rupiny, K, and Godfrey, H, (2011). *Stochastic model for strategic assessment of road maintenance*. pp.53-60.
- Fundora, G. (2014). Conservación de carreteras. La Habana, Cuba.
- Gaspar, C. (2018). *Propuesta de priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, mediante la aplicación del índice de condición del pavimento flexible, en la condición funcional de la Av. Lomas de Carabayllo, Lima, 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
- Gamboa, K. (2009). *Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en las Av. Las Palmeras de Piura*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad de Piura, Perú.
- González, H., Ruiz, P., y Guerrero, D. (2019). *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI)*. Ciencia en su PC,1(1), 58-72. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1813/181358738015>.
- Gutiérrez, W. (1994) *Índice de Condición del Pavimento. Método de Evaluación de Pavimentos Asfálticos*. Conferencia
- Hurtado, W. y Moya, J. (2016). *Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha*. (Tesis de pregrado). Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Vías. (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá, Colombia.
- Leguía, P. y Pacheco, H. (2016). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) En las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)*. (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2013). *Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima.

- Martínez, G., Fuentes, L., y Torregroza, L. (2011). *Sistemas automáticos para la adquisición de datos enfocados a examinar pavimentos flexibles*. Revista ingeniería de construcción, 26(2), 150-170. Doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000200002>
- Menéndez, J., (2013). *Ingeniería de pavimentos, diseño y gestión de pavimentos*. Instituto de la construcción y gerencia ICG. Lima
- Porras, H., Ramón, J., Mejía, Y., Parra, J. (2014). *Sistemas automáticos para la adquisición de datos enfocados a examinar pavimentos flexibles*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 24(1),79-98. ISSN: 0124-8170. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=911/91131484005>
- Ochoa, D. y Tupac, E. (2017). *Optimización de recursos económicos en la conservación de pavimentos rurales de tercera clase utilizando un sistema de gestión de pavimentos basado en el método estocástico - probabilístico*. (Tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.
- Ríos, J.y Martínez, I. (2012) *Sistema de administración de pavimentos sobre la ciudad de Bogotá*. Bogotá, Colombia: s.n., s.f. págs. 2-3.
- Rodríguez, R. (2011). *Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo* (Tesis de maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Rodríguez, P. y Tacza, H. (2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Silva, A., Daza, O. y López, L. (2018) *Gestión de pavimentos basado en sistemas de información geográfica (SIG): una revisión*. Revista Ingeniería Solidaria, vol. 14, no. 26. Doi: <https://doi.org/10.16925/in.v14i26.2417>
- Sotil C., A. (2014). *Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales*. Revista Infraestructura Vial, pp.13-24. 27.
- Vásquez Varela, L. R. (2002). *Pavement Condition Index para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales, Colombia.
- World Economic Forum. (2019). *The Global Competitiveness Report*. Ginebra, Suiza