



# 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

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Ing. Paula Rojas Julián, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Palomino Ríos, Víctor Alfonsín

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “*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.*” para aspirar al título profesional de: **INGENIERO CIVIL** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis: A mis padres, quienes siempre confiaron en mí y me dieron su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional.  
Y a mis compañeros, con quienes compartí aulas y horas de esfuerzo.

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a las personas que hicieron posible este primer logro. Aquellos que estuvieron en todo momento en estos largos cinco años, siempre fueron inspiración apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para Dios, mi abuelita Jacinta que siempre la siento conmigo, mis padres y sobrino Jhunion. Muchas gracias a ustedes por demostrarme “el verdadero amor no es otra cosa que el deseo de ayudar a otra persona para que este se supere”.

Mi gratitud con todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, que a lo largo de estos años me brindaron sus conocimientos, experiencias que servirán para mi futuro profesional.

## **Tabla de contenidos**

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

## 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.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Para el año 2019, el Foro Económico Mundial (World Economic Forum-WEF) presentó el “Informe Global de Competitividad 2018-2019”, donde se evalúa el desempeño económico de 137 países. Sitúa al Perú en el puesto 65 a nivel mundial, posicionándose como la sexta economía de Latinoamérica y el Caribe, a la vez se ubica en la cuarta posición en Sudamérica. En este informe se detalla que nuestra economía retrocedió en 3 pilares de 12 evaluados por la WEF respecto al periodo anterior, sin embargo, hay que apreciar que se tuvo una mejora en otros 8 pilares. En el pilar de infraestructura, se le dio un valor de 42.4 de 100 puntos posibles ubicando a nuestro país en el puesto 97 a nivel mundial. Lo que es una prueba mundial que refleja nuestra falta de infraestructura, que es muy necesario para aumentar nuestra competitividad en el mundo. Entre los aspectos evaluados en este pilar, se tiene en cuenta la calidad de infraestructura vial donde se tiene un progreso con respecto al año anterior pero nuestro país se ubica en el puesto 110 a nivel mundial. Al mejorar la infraestructura vial en el país afectará directa e indirectamente en otros pilares que mejorarán la calidad de vida de todos los peruanos. El mal estado de la infraestructura vial también se ve afectado por el aumento del parque automotor, un ejemplo claro se da en Lima, por ende, los pavimentos se someten a más y mayores solicitaciones. Por ello es muy importante que los pavimentos presenten características mínimas como, ser resistente a las cargas durante su vida útil, proporcionarnos una circulación económica, cómoda y eficiente, tener un drenaje adecuado para que no afecte la durabilidad además que la transitabilidad sea permanente y segura. La gestión de pavimentos es una herramienta que se puede utilizar en municipios locales con el fin de prevenir la pérdida total de la vida útil de pavimentos,

ya que al no realizar esta prevención se tendrá una gran inversión al no tener un monitoreo del estado de las vías locales.

Las avenidas y calles locales usualmente presentan fallas superficiales y se puede encontrar sus causas. Estas se pueden presentar debido a cargas vehiculares no esperadas, aumento del parque automotor, mantenimiento deficiente o nulo. Si las vías no cuentan con un adecuado plan de mantenimiento y se tiene cargas vehiculares no esperadas, el pavimento no llegará a cumplir su ciclo de vida afectando a la transitabilidad de las personas y el costo de reparación será significativo con respecto a lo que se debería invertir en mantenimiento de nuestras vías. En el 2018, Rodríguez y Tacza señalaron que la ciudad de Lima no es ajena al descuido de las principales vías. El pésimo estado de las vías de nuestra capital se debe al descuido de las autoridades ya que no se realizan planes de mantenimiento debido al costo que esto genera, pero existen métodos para evaluación superficial de pavimentos como el PCI. Utilizando este método en el carril segregado de la avenida Javier Prado da como resultado un estado bueno según los parámetros de esta metodología. Pero se deben realizar los mantenimientos correspondientes para lograr prolongar la vida útil del pavimento en esta importante avenida de nuestra capital.

En el contexto internacional, Porras, Ramón, Mejía, Parra (2014) que explican en su artículo científico que la dificultad para transportarse en las vías urbanas se debe al mal estado de éstas, pero se pueden prevenir realizando un sistema de gestión de pavimentos, para que dicho sistema funcione se deben recolectar los datos del estado de las vías a través de evaluaciones en los pavimentos. En este artículo realizan las evaluaciones superficiales mediante equipos sofisticados captando la situación real de las vías luego de procesar las imágenes obtenidas. Con esto se logra tener un inventario de los

problemas encontrados para para plantear los trabajos de mantenimiento que se deben realizar.

Arhin, Williams, Ribbiso & Anderson (2015) manifiestan en su trabajo de investigación denominado “Predicting Pavement Condition Index Using International Roughness Index in a Dense Urban Area” que se necesitan herramientas para la gestión de pavimentos en el Distrito de Columbia, mediante datos acumulados durante dos años de PCI-IRI lograron realizar un modelo que predice el índice de condición de pavimento a partir de IRI (índice rugosidad internacional) por clasificación funcional. Dando resultados estadísticamente aceptables, con esto se ahorraría recursos en el personal que realizaría el método PCI pero se necesitan de equipos especializados para la obtención del IRI.

En el contexto latinoamericano, Martínez, Fuentes, Torregoza (2011) señalan en su artículo científico la importancia de implementar un sistema de gestión de pavimentos en la red de ciclovías de la ciudad de Bogotá. Las funciones de este sistema deberían ser idénticos a los que se enfocan en vías vecinales, con el fin de preservar el buen estado y optimizar los recursos designados para la mejora de las ciclovías.

Rodríguez (2011) manifiesta que para los países latinoamericanos existe una perspectiva en la cual los entes de Estado se encargaban de la construcción de las vías (priorizando la eficiencia por los kilómetros asfaltados y nivel de intervención) pero dejando de lado el mantenimiento de las vías ya construidas. Con los años se ha convertido en un ciclo vicioso, donde se construye la vía y no se realiza su mantenimiento correspondiente dejando al abandono, la vía se destruye y no cumple con su vida útil. Esto origina gastos altos en la reconstrucción de las vías debido a una falta de gestión de conservación vial.

En la investigación se evidencia que el pavimento de la Avenida 2 de Octubre ubicado en el distrito limeño de Los Olivos tiene un alto tránsito pesado debido a que comunica dos importantes vías como la autopista Canta Callao y la Panamericana Norte el cuál no se tiene información de su estado actual por ello este trabajo de investigación se basará en la 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.

La causa principal del deterioro del pavimento asfáltico de la avenida 2 de Octubre, se debe a la falta de mantenimiento rutinario en toda su extensión que va desde la autopista Canta Callao hasta la Panamericana Norte. Otro motivo de este problema son las intervenciones realizadas por Sedapal mediante el proyecto de Mejoramiento de la red de agua potable y saneamiento en las zonas aledañas a esta avenida, visualizando parchados en el pavimento en mal estado por deficiente proceso constructivo y zonas con baches.

Como consecuencia del descuido y falta de mantenimiento en la vía se perderá la vida útil del pavimento, teniendo un costo alto en su reconstrucción total. También pueden ocurrir accidentes de tránsito debido al mal estado de la vía, mayor gasto en las reparaciones de los automóviles y malestar en los usuarios.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ❖ ¿De qué manera la optimización de recursos económicos se produce al aplicar el sistema de gestión de pavimentos preventivo en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ❖ ¿Cuál es la influencia de aplicar el método PCI en la optimización de recursos económicos del sistema de gestión de pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020?
- ❖ ¿Cuál es la proyección de optimización de costos en la aplicación del sistema de gestión de pavimento preventivo en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020?
- ❖ ¿Cuál es la influencia sistema preventivo en la proyección de mejora de la condición del pavimento en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- ❖ Determinar cómo se optimiza recursos económicos al aplicar sistema de gestión de pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar la influencia de aplicar método PCI en la optimización de recursos económicos del sistema de gestión de pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020
- ❖ Determinar la proyección de optimización de costos al aplicar el sistema de gestión de pavimento preventivo en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020.
- ❖ Determinar cómo influye la aplicación del sistema preventivo en la proyección de mejora de la condición del pavimento en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

- ❖ La aplicación del sistema de gestión de pavimento influye en la optimización de recursos económicos en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- ❖ La aplicación del método PCI influye en la optimización de recursos económicos del sistema de gestión de pavimento en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020.
- ❖ La aplicación del sistema de gestión de pavimento preventivo permitirá proyectar optimización de costos en el año de evaluación en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020.
- ❖ La aplicación del sistema preventivo influye en la proyección de mejora de la condición del pavimento en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020.

## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación Teórica**

Esta investigación permitirá contribuir con un modelo de sistema de gestión de pavimentos preventivo que es resultado de experiencias norteamericanas planteados por Sotil et al. (2014), este artículo también hace referencia a las acciones de mantenimiento planteadas en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y propone el uso del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para la evaluación de la condición de la vialidad debido a su bajo costo de implementación y carácter objetivo.



### **1.5.2. Justificación Metodológica**

El método PCI a utilizar en la evaluación superficial permite tener una clasificación numérica de la vía, con ese dato se podrá tomar decisiones para las intervenciones a realizar. El sistema de gestión de pavimentos preventivo busca optimizar la asignación de recursos económicos destinados a la conservación y/o mantenimiento de las vías locales, ya que se sabrá cuándo y cómo se realizarán las intervenciones en el pavimento para que no se malgasten los limitados recursos económicos. Además, se contribuirá a desarrollar el inventario de daños del pavimento en estudio y la determinación de su respectiva condición en términos de PCI, esta base de datos que podrá ser utilizada en futuras investigaciones o servir de inventario para el municipio distrital de Los Olivos.

### **1.5.3. Justificación Práctica**

La conservación vial urbana es importante para los distintos municipios distritales de nuestro país ya que beneficiará a sus pobladores con el correcto flujo del transporte vehicular eliminando los actuales problemas debido al mal estado de las vías por descuido, falta de presupuesto o malas estrategias en la inversión de mantenimiento vial urbano. El sistema de gestión de pavimento preventivo es una estrategia que permite una mejor distribución de los recursos para atacar las distintas fallas que se pueden encontrar en una determinada vía, esto permitirá extender la vida útil proyectada y/o mejorar la serviciabilidad de las mismas. La estrategia permitirá disminuir el nivel de deterioro, dilatar fallas y mejorar el estado superficial o estructural del pavimento. Además, se planteará un modelo de recolección de datos utilizando el método PCI y el procesamiento usando el programa EVALPAV que permite acelerar el tiempo de procesamiento de datos y dar una mejor presentación tal

como se ve en la explicación de su autor el Dr. Ing. Gerber Zavala Ascaño en CIP tv (2020). Por último, para complementar el trabajo y se tenga una referencia visual se optará por presentar los resultados obtenidos en el programa acompañado de su ubicación geográfica en un mapa temático usando el programa ArcGis usando las ventajas del programa de Sistema de Información Geográfica (SIG).

#### **1.5.4. Justificación Social**

En diversas zonas del Perú los pavimentos tienen anomalías porque no se incluye el ciclo de vida los mantenimientos y esta investigación surge a partir de la observación del mal estado de las vías del distrito de Los Olivos, que al igual que en los distritos vecinos tienen el mismo problema de un deficiente o nulo sistema de gestión de pavimentos generando malestar en los usuarios y en el transporte general. Para realizar el mantenimiento correspondiente de las avenidas se debe conocer el estado actual y plantear las posibles intervenciones de acuerdo a la gravedad de cada muestra de estudio optimizando el tema económico para que este sistema sea viable y aplicable. En este sentido, se requiere la optimización de recursos económicos mediante la aplicación del sistema de gestión de pavimento en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020. Esta es una propuesta técnico-económica que permitirá tener una base de datos del estado actual de la vía para la toma de decisiones del tipo de intervención a realizar para evitar la pérdida total de su vida útil evitando costos elevados en la restitución total del pavimento por la falta de un adecuado sistema de gestión de pavimentos.

### **1.6. Antecedentes**

#### **1.6.1. Antecedentes Internacionales**

Benedict, Somerville, Vassiliki, Ortiz & Rupiny (2011) que desarrollaron el artículo "Stochastic model for strategic assessment of road maintenance". Este artículo se basó en los resultados de una investigación de la universidad de Birmingham que tomó un aproximado de diez años de desarrollo de un modelo estocástico el planteamiento de un sistema de gestión basado en este modelo. Este artículo concluye que el modelo estocástico ayuda a los administradores de mantenimiento en la predicción del desempeño de las carreteras de mediano a largo plazo. Adicionalmente este modelo proporciona una guía para la estimación de requisitos presupuestales totales de manteniendo de carreteras para años futuros.

En el año 2017, Barajas y Buitrago desarrollaron una comparativa entre los sistemas de gestión de pavimentos utilizados en la ciudad de Bogotá y Sao Paulo. El sistema colombiano basado en el modelo HDM4, utiliza el cálculo del PCI para identificar el deterioro de la vía asignado colores para la diferencia, estos colores también se aplican para el tipo de intervención. El sistema de Brasil utiliza el modelo Tavakoli y también toma en cuenta el índice de condición, pero lo complementa con un índice de prioridad y se asignan siglas para cada escala de prioridad relacionado con el PCI. El modelo de Tavakoli es más confiable en cuanto a la priorización de intervención ya que analiza las vías cualitativamente apoyado de un índice cuantitativo, esto ayuda a la optimización de recursos económicos para el mantenimiento de las vías y tiene buenos resultados en la ciudad de Sao Paulo.

### **1.6.2. Antecedentes Nacionales**

En los antecedentes nacionales, Sotil (2014) menciona en la revista Infraestructura Vial que la implementación de un sistema de gestión de pavimentos (SGP) en municipios locales de bajo recurso utilizando el método PCI (Pavement Condition Index), ya que es

un método de bajo costo y que provee de una clasificación numérica que servirá como respaldo para las tomas de decisiones en el SGP. La implementación de SGP permitirá a gestionar correctamente los recursos económicos del municipio. En este artículo hace una triple comparativa a partir de una base datos de PCI de una vía. El primer planteamiento demuestra la disminución del PCI en el futuro debido a la falta de intervenciones. El segundo escenario describe la metodología actual denominada reactiva ya que solo se enfoca en refaccionar las vías en pésimo estado olvidándose de los sectores que están en proceso de perder su condición buena. El tercer planteamiento es el sistema de gestión preventivo donde toma en cuenta un porcentaje de las vías en pésimo estado y también a las vías de un nivel intermedio, con el fin de recuperar su buena condición para prolongar su vida útil.

En el año 2018, Gaspar aplicó el sistema preventivo propuesto por Sotil et al. (2014) en una avenida ubicada en el distrito de Carabayllo, teniendo como resultado aplicando el sistema tradicional una reducción de 54.34% en la disminución de costo anual de reparación comparando el año inicial con respecto al año 20. Pero, al aplicar el sistema preventivo generó una disminución de 70.83% del costo anual de reparación en el mismo período. Además, proyectó un valor de PCI de la vía de 81.30 proyectado para el año 20 aplicando el sistema preventivo.

## **1.7. Bases Teóricas**

### **1.7.1. Sistema de Conservación de Pavimentos**

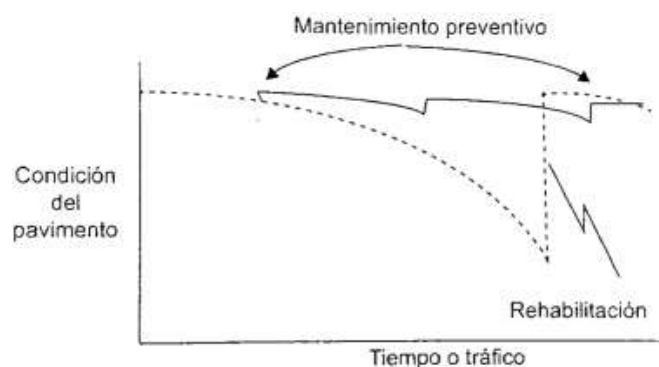
Ríos y Martínez en el año 2012 define la función principal del sistema de gestión que es cuidar la inversión inicial de los pavimentos que se utilice en las vías, por medio de tratamientos adecuados y oportunos. Los planes de mantenimiento y rehabilitación

varían de acuerdo al estado de la vía y si es necesario una rehabilitación parcial o corrección total del pavimento.

Silva, Daza & Lopez (2018) en su revisión de la literatura de la Gestión de pavimentos basados en sistemas de información geográfica (SIG) afirman que una metodología de gestión de pavimentos basada en SIG permite la optimización de recursos económicos en las intervenciones con fines de recuperar el buen estado de una vía. Las bases de datos espaciales que necesitan los SIG reducen el tiempo de procesamiento y fácil acceso a los datos de una determinada vía, teniendo una evaluación del pavimento de forma histórica y zonificada.

### 1.7.2. Mantenimiento preventivo

Ochoa & Tupac realizaron una tesis en el año 2017 en el cual definen al mantenimiento preventivo como una estrategia programada, mantener y/o mejorar un sistema de vías para reducir el deterioro sin mejorar sustancialmente la capacidad estructural de los pavimentos. Se incluyen tratamientos convencionales (sellado de grietas, chip de sellado, riego de niebla, tratamiento superficial, etc.), ya que si se interviene en un pavimento en buen estado será efectivo prolongar su vida útil y la serviciabilidad. Al realizar trabajos preventivos ayuda a mantener en condiciones óptimas con respecto al tiempo en comparación con el mantenimiento tradicional como se visualiza en la imagen proporcionada por Menéndez (2013).



*Figura 1. Comportamiento del pavimento al realizar trabajos de mantenimiento preventivo. Fuente: Menéndez, J. (2013)*

De los estudios nacionales, con respecto a la falta de mantenimiento en nuestras vías locales que afectan la transitabilidad de los usuarios. Previo a este proceso, se deben realizar las evaluaciones de los pavimentos de todas las avenidas para tener un inventario que nos permita realizar la intervención correspondiente y evitar la pérdida total de la serviciabilidad de nuestras vías de comunicación. Ante esto, Cantuarias & Watanabe (2017) afirman que las evaluaciones en los pavimentos son importantes para conocer los deterioros de la superficie de rodadura y aplicar las medidas correctivas que correspondan para tener una serviciabilidad óptima en los usuarios. Las evaluaciones permitirán predecir la vida útil del pavimento y permite reducir los costos de rehabilitación cuando se encuentran deterioros de forma oportuna.

### **1.7.3. Costo Anual de Reparación**

Según la propuesta planteada por Sotil (2014) citado por Gaspar (2018), se denomina así al monto necesario para restaurar la condición de un tramo seleccionado. Los costos implican reparación por unidad de área ya que el sistema emplea las distribuciones porcentuales de área de pavimento en varias categorías de condición, a su vez son afectados por los ratios de deterioro de forma anual.

### **1.7.4. Método Pavement Condition Index (PCI)**

Existen distintos métodos y equipos que se utilizan para la evaluación de pavimentos. Estas evaluaciones pueden ser: funcionales, estructurales y superficiales. Pero se debe buscar un método adecuado al entorno y al objetivo que se busca en este proyecto de tener una base datos necesarios para la implementación de un sistema de gestión de pavimentos. Por ello, Gaspar (2018) manifiesta que el método PCI es una herramienta

de bajo costo ya que no requiere de equipos especializados, pero se valora la objetividad del evaluador para calificar los daños y severidad encontrada en la zona de estudio.

Adicionalmente de los estudios que sustentan los temas abordados en el presente trabajo, también se deben conocer los conceptos de elementos mencionados y/o utilizados en esta investigación como el pavimento, el cual es definido por el Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del año 2013, como una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir los esfuerzos producidos por los vehículos, permite tener buenas condiciones y comodidad en el traslado de los usuarios.

Del mismo manual elaborado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) se pueden identificar tres clasificaciones de pavimentos como asfáltico, hidráulico y articulado. Al pavimento asfáltico lo describen por la conformación de una carpeta asfáltica en la superficie de rodadura que le permite tener pequeñas deformaciones en las capas inferiores. Las otras capas son base y subbase destinados a transmitir las cargas al terreno de fundación. Al pavimento hidráulico lo describen por la conformación de losas de concreto hidráulico que algunas ocasiones presentan aceros de refuerzo. Este tipo de pavimento tiene la virtud de no permitir deformaciones en las capas inferiores (base y/o subbase). Los pavimentos articulados son en base a bloques de concretos prefabricados (adoquines) y se colocan sobre una capa de arena que a su vez está sobre la capa de base. Las fallas en los pavimentos pueden ser superficiales y estructurales, para el primer caso; Gutiérrez (1994), citado por Leguía (2016), son producto de los deterioros en la capa de rodadura y no tienen relación con el paquete estructural. En cambio, Gutiérrez et al. (1994) define a las fallas estructurales cuyo origen está en una de las capas del pavimento y se deben reforzar para que respondan al tránsito permanente y futuro. Para las fallas

superficiales se tiene como base al ASTM D 6433-03 en su versión del año 2004, describe un catálogo de deterioros considerados para el método PCI como se presenta en la siguiente imagen.

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Alligator Cracking                  | Piel de Cocodrilo                            |
| Bleeding                            | Exudación                                    |
| Block Cracking                      | Agrietamiento en Bloque                      |
| Bumps and Sags                      | Abultamientos y Hundimientos                 |
| Corrugation                         | Corrugación                                  |
| Depression                          | Depresión                                    |
| Edge Cracking                       | Grieta de Borde                              |
| Joint Reflection Cracking           | Grieta de Reflexión De Junta                 |
| Lane / Shoulder Drop Off            | Desnivel Carril / Berma                      |
| Longitudinal & Transversal Cracking | Grietas Longitudinales y Transversales       |
| Patching & Utility Patching         | Parcheo y acometidas de servicios            |
| Polished Aggregates                 | Pulimento de Agregados                       |
| Potholes                            | Huecos                                       |
| Railroad Crossing                   | Cruce de Vía Férrea                          |
| Rutting                             | Ahuellamiento                                |
| Shoving                             | Desplazamiento                               |
| Slippage Cracking                   | Grietas Parabólicas o por deslizamiento      |
| Swell                               | Hinchamiento                                 |
| Weathering / Raveling               | Meteorización / Desprendimiento de Agregados |

Figura 2. Catálogo de deterioros considerados para el método PCI. Fuente: ASTM D6433-03, 2004

Las siguientes definiciones se encontraron en el libro de Fundora del año 2014. Conocer estas fallas serán importantes para la etapa de inspección en campo del estado de la vía, como parte de la definición de cada daño se tendrá una tabla donde se detalla la unidad de medida, los niveles de severidad y opciones de reparación para cada caso.

- La piel de cocodrilo son series de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la superficie de rodadura, esto ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito como las huellas de los neumáticos.

Tabla 1  
Niveles de Severidad para Piel de Cocodrilo.

| Unidad de medida     | Niveles de severidad  | Opciones de reparación            |
|----------------------|---|-----------------------------------|
| Bajo                 | Red de grietas sin descascarar, sin rotura de material                                    | Sello superficial<br>Sobrecarpeta |
| $m^2$ o $ft^2$ Medio | Red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas                                 | Parcheo parcial<br>Sobrecarpeta   |
| Alto                 | Red de grietas evolucionados, pedazos definidos y algunos pueden moverse bajo el tránsito | Parcheo parcial<br>Sobrecarpeta   |



*Fuente: Fundora, 2014.*

- La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, que forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa, es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire.

Tabla 2  
*Niveles de Severidad para Exudación*

| Unidad de medida |       | Niveles de severidad  | Opciones de reparación                                  |
|------------------|-------|---|---|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo  | Exudación de grado muy ligero, asfalto no se pega a los zapatos o vehículos.  | No se hace nada   |
|                  | Medio | El asfalto se pega a los zapatos o vehículos solo unas pocas semanas del año. | Se aplica arena<br>Agregados y cilindrado               |
|                  | Alto  | El asfalto se pega a los zapatos o vehículos en varias semanas del año.       | Agregados y cilindrado<br>(precalentado si se requiere) |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Los agrietamientos en bloques se presentan interconectadas que dividen al pavimento aproximadamente en pedazos rectangulares, se origina por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diario.

Tabla 3  
*Niveles de Severidad para agrietamiento en bloque.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación                            |
|------------------|----------------------|---|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | Bloques definidos por grietas de baja severidad.  |
|                  | Medio                | Bloques definidos por grietas de media severidad. |
|                  | Alto                 | Bloques definidos por grietas de alta severidad.  |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Los abultamientos y hundimientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, las causas se dan por distintos factores como: levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico, expansión por congelación, infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas de tránsito.

Tabla 4  
*Niveles de Severidad para abultamiento y hundimiento*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación                                |
|------------------|----------------------|---|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | Se genera una calidad de tránsito de baja severidad.  |
|                  | Medio                | Se genera una calidad de tránsito de media severidad. |
|                  | Alto                 | Se genera una calidad de tránsito de alta severidad.  |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- La corrugación es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos regulares. Las cimas son perpendiculares al tránsito, este tipo de daño se da por la acción del tránsito combinado de una carpeta inestable.

Tabla 5  
*Niveles de Severidad para Corrugación*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación                 |
|------------------|----------------------|--|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | Calidad de tránsito de baja severidad  |
|                  | Medio                | Calidad de tránsito de media severidad |
|                  | Alto                 | Calidad de tránsito de alta severidad  |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- La depresión son áreas localizados de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En ciertas ocasiones las depresiones suaves solo se pueden visualizar después de la lluvia.

Tabla 6  
*Niveles de Severidad para Depresión*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación         |
|------------------|----------------------|--------------------------------|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | Máxima depresión: 13 a 25 mm   |
|                  | Medio                | Máxima depresión: 25 a 51 mm   |
|                  | Alto                 | Máxima depresión: más de 51 mm |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Las grietas de borde son paralelas y usualmente se encuentran entre 0.30 y 0.60 metros del borde exterior del pavimento. Esto se acelera por las cargas del tránsito y se puede originar por debilitamiento por condiciones climáticas. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Tabla 7  
*Niveles de Severidad para Grieta de borde.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad  | Opciones de reparación   |
|------------------|---|--|
| Bajo             | Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento    | No se hace nada  |
| $m^2$ o $ft^2$   | Medio   | Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento<br>Sellado de grietas con mayor a mm.<br>Parcheo parcial-profundo |
| Alto             | Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde | Parcheo parcial o profundo   |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Las grietas de reflexión de junta se presentan en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre losa de concreto de cemento Pórtland y se originan por el movimiento de esta losa inducido por temperatura o humedad, no está relacionado con las cargas de tránsito, pero pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta.

Tabla 8  
*Niveles de Severidad para Grieta de reflexión de junta.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad   | Opciones de reparación  |
|------------------|--|---|
| Bajo             | Grieta sin relleno de ancho menor que 10 mm.<br>Grieta rellena de cualquier ancho (condición satisfactoria del material llenante).   | Sellado para anchos superiores a 3 mm.  |
| $m^2$ o $ft^2$   | Medio  | Grieta sin relleno de ancho entre 10 y 76 mm.<br>Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.<br>Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.<br>Sellado de grietas<br>Parcheo de profundidad parcial |
| Alto             | Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.<br>Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.<br>Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está junta severamente fracturada). | Parcheo de profundidad parcial<br>Reconstrucción de la  |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- El desnivel carril/ berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma, esto se debe a la erosión de la berma, asentamiento de la berma o colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Tabla 9.  
*Niveles de Severidad para Desnivel carril/ berma.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación   |
|------------------|----------------------|--|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm |
|                  | Medio                | La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm  |
|                  | Alto                 | La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm  |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Las grietas longitudinales se presentan paralelamente al eje del pavimento y pueden ser causados por: una junta de carril mal construida, contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o por una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base. Mientras que las grietas transversales se extienden en ángulos rectos al eje del pavimento y no están asociados a cargas de tránsito.

Tabla 10  
*Niveles de Severidad para Grietas Longitudinales y transversales.*

| Unidad de medida     | Niveles de severidad   | Opciones de reparación                |
|----------------------|--|---------------------------------------|
| Bajo                 | Grieta sin relleno de ancho menor que 10 mm.<br>Grieta rellena de cualquier ancho (condición satisfactoria del material llenante)  | Sellado para anchos superiores a 3 mm |
| $m^2$ o $ft^2$ Medio | Grieta sin relleno de ancho entre 10 y 76 mm.<br>Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.<br>Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.  | Sellado de grietas                    |
| Alto                 | Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.<br>Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.<br>Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada). | Sellado de grietas<br>Parcheo parcial |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- El parcheo es un área de pavimento que ha sido reemplazado con material nuevo para reparar el pavimento existente. Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Tabla 11  
*Niveles de Severidad para Parcheo.*

| Unidad de medida     | Niveles de severidad   | Opciones de reparación                     |
|----------------------|--|--|
| Bajo                 | El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor | No se hace nada                            |
| $m^2$ o $ft^2$ Medio | El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media                         | No se hace nada.<br>Sustitución del parche |
| Alto                 | El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad.<br>Requiere pronta sustitución    | Sustitución del parche                     |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- El pulimento de agregados es un daño causado por las repetidas cargas de tránsito, se presenta cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce.

Tabla 12  
*Niveles de Severidad para Pulimento de Agregados.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación   |   |
|------------------|----------------------|--|---|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | No se define ningún nivel de severidad.<br>Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto. | No se hace nada.<br>Tratamiento superficial |
|                  | Medio                |  | Sobrecarpeta                                |
|                  | Alto                 |  | Fresado y sobrecarpeta.                     |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores de 0.90 m y forma de tazón, presentan bordes aguzados y lados verticales con cercanías de la zona superior, el crecimiento de huecos aumenta con la presencia de agua dentro del mismo

Tabla 13  
*Niveles de Severidad para Huecos.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación |                            |
|------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | No se hace nada.       |                            |
|                  | Medio                | *Según Tabla 14        | Parqueo parcial o profundo |
|                  | Alto                 |                        | Parqueo profundo           |

*Fuente: Fundora, 2014.*

Tabla 14  
*Niveles de Severidad para huecos.*

| Profundidad máxima del hueco | Diámetro medio (mm) |              |              |
|------------------------------|---------------------|--------------|--------------|
|                              | 102 a 203 mm        | 203 a 457 mm | 457 a 762 mm |
| 12.7 a 25.4 mm               | B                   | B            | M            |
| >25.4 a 50.8 mm              | B                   | M            | A            |
| > 50.8 mm                    | M                   | M            | A            |

*Fuente Fundora, 2014.*

- El cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Tabla 15  
*Niveles de Severidad para Cruce de vía Férrea.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación  |                                |
|------------------|----------------------|---|--------------------------------|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad  | No se hace nada                |
|                  | Medio                | El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de media severidad | Parqueo superficial o parcial. |
|                  | Alto                 | El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad  | Reconstrucción del cruce       |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Tabla 16  
*Niveles de Severidad para Ahuellamiento.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación |  |
|------------------|----------------------|------------------------|--|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | 6 a 13 mm              | No se hace nada.<br>Fresado y carpeta    |
|                  | Medio                | >13 a 25 mm            | Parqueo superficial, parcial o profundo. |
|                  | Alto                 | > 25 mm                | Fresado y carpeta                        |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada en la superficie de rodadura producido por cargas de tránsito, también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.



Tabla 17  
*Niveles de Severidad para Desplazamiento.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación   |                              |
|------------------|----------------------|--|------------------------------|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad  | No se hace nada.<br>Fresado. |
|                  | Medio                | El desplazamiento causa calidad de tránsito de media severidad | Parcheo parcial o profundo.  |
|                  | Alto                 | El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad  | Fresado y carpeta            |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- Las grietas parabólicas por deslizamiento tienen forma de media luna creciente y se producen cuando los neumáticos que frenan o giran inducen el deslizamiento o deformación de la superficie del pavimento. No tiene relación con algún proceso de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Tabla 18  
*Niveles de Severidad para Grietas parabólicas.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación   |                                     |
|------------------|----------------------|--|-------------------------------------|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm  | No se hace nada.<br>Parcheo Parcial |
|                  | Medio                | Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.<br>El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados | Parcheo parcial                     |
|                  | Alto                 | Ancho promedio de la grieta mayor de 38.0 mm.<br>El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles     |                                     |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- El hinchamiento se caracteriza por el pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento (onda larga y gradual con longitud mayor a tres metros), es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Tabla 19. *Niveles de Severidad para Hinchamiento.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación                                       |                 |
|------------------|----------------------|--|-----------------|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad baja  | No se hace nada |
|                  | Medio                | El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media | Reconstrucción  |
|                  | Alto                 | El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad alta  | Reconstrucción  |

*Fuente: Fundora, 2014.*

- La meteorización y desprendimiento de agregados son la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y de partículas sueltas de agregado.

Tabla 20  
*Niveles de Severidad para Meteorización y desprendimiento de agregados.*

| Unidad de medida | Niveles de severidad | Opciones de reparación  |   |
|------------------|----------------------|---|---|
| $m^2$ o $ft^2$   | Bajo                 | Han comenzado a perderse los agregados o el ligante             | No se hace nada Sello superficial             |
|                  | Medio                | Se han perdido los agregados o el ligante                       | Sello superficial.<br>Tratamiento superficial |
|                  | Alto                 | Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante | Tratamiento superficial.<br>Sobrecarpeta      |

*Fuente: Fundora, 2014.*

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Diseño de investigación**

La investigación según su propósito es aplicada porque permite lograr un objetivo concreto. Según su profundidad, es descriptiva porque permite explicar o identificar las razones causales de la presencia de ciertos acontecimientos. Según la naturaleza de datos, la investigación es de enfoque cuantitativo ya que recolecta información para comprobar la hipótesis. Por su manipulación de variables, la investigación es no experimental porque trabaja con hechos de experiencia directa no manipulado. También, por su diseño se clasifica como transversal ya que la obtención del estado de la vía seleccionada se realizará en un tiempo determinado.

### **2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

#### **2.2.1. Unidad de estudio**

Unidad de estudio es un pavimento flexible.

#### **2.2.2. Población**

La población de estudio serán las unidades de pavimento flexible de la avenida 2 de Octubre entre la autopista Canta Callao y la Panamericana Norte.

#### **2.2.3. Muestra**

La muestra se obtendrá siguiendo los parámetros del método Pavement Condition Index (PCI), se deberá dividir el tramo de estudio en unidades de muestra.

Vásquez (2002 citado en Gaspar, 2018) manifiesta para el caso de pavimentos asfálticos de ancho de calzada menor a 7.30 m, el área por unidad de muestreo debe estar en el intervalo  $230.0 \pm 93.0$  m<sup>2</sup>, relacionando de la misma forma el ancho de la sección y la longitud de la unidad.

Tabla 21  
*Longitud de unidad de muestreo.*

| Ancho de Sección (m) | Longitud de la U.M. (m) |
|----------------------|-------------------------|
| 5.0                  | 46.0                    |
| 5.5                  | 41.8                    |
| 6.0                  | 38.3                    |
| 6.5                  | 35.4                    |
| 7.3                  | 31.5                    |
| (máximo)             |                         |

*Fuente: Vásquez, 2002 citado en Gaspar, 2018.*

Para la determinación del número mínimo de unidades de muestra (n) a evaluar en una sección dada, se debe obtener un valor aceptable estadísticamente del PCI (95% confiabilidad), esto se calcula con la ecuación 1. (ASTM D 6433-03,2004, p.6)

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

*Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.*

*Fuente: ASTM D 6433-03,2004.*

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (redondeado al mayor entero).

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

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

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

“Si obtener el 95% de confiabilidad es crítico, la conveniencia del número de unidades inspeccionadas debe ser verificada. El número de unidades de muestra fue estimado en base a un valor de desviación estándar asumido.” (ASTM D 6433-03,2004, p.6)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \frac{PCI_i - PCI_s^2}{(n-1)}}{n}}$$

*Ecuación 2. Desviación estándar del PCI.*

*Fuente: ASTM D 6433-03,2004.*

PCI<sub>i</sub>: valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas.

PCI<sub>s</sub>: valor PCI de la sección.

n: número de unidades de muestreo inspeccionadas.

Después de calcular el número de unidades de muestras se deberá calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades de muestras utilizando la siguiente ecuación. (ASTM D 6433-03,2004, p.7)

$$i = \frac{N}{n}$$

*Ecuación 3. Intervalo de inspección del PCI.*

*Fuente: ASTM D 6433-03,2004.*

N = número total de unidades de muestra en la sección.

n = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

## 2.3. Operacionalización de Variables

### 2.3.1. Variable Independiente

Aplicación de sistema de gestión pavimento preventivo

### 2.3.2. Variable Dependiente

Optimización de recursos económicos

Tabla 22. Operacionalización de la Variable Independiente.

| Variable  | Definición conceptual   | Dimensiones  | Indicadores  | Instrumentos  | Unidad         |
|---|---|--|--|---|----------------|
| Aplicación de sistema de gestión pavimento preventivo | Es el conjunto de estrategias para la toma de decisiones en función al presupuesto destinado, se basa en atacar distintos estados de calidad superficial del pavimento en comparación al sistema actual, logrando conseguir una condición de pavimento mayor que el tradicional en cualquier período de proyección. | Condición funcional del tramo de la Av. 2 de Octubre | Índice de condición del pavimento para el tramo de autopista Canta Callao y Carretera Panamericana Norte | Formato 01.<br>Exploración del PCI del pavimento flexible.<br><br>Equipo de medición compuesto por odómetro, regla y cinta. Equipo de seguridad y señalización.<br><br>Procesamiento en EVALPAV | Valor numérico |

Fuente: Propia.

Tabla 23. Operacionalización de la Variable Dependiente.

| Variable                            | Definición conceptual  | Dimensiones                           | Indicadores   | Instrumentos  | Unidad              |
|-------------------------------------|--|---------------------------------------|---|---|---------------------|
| Optimización de recursos económicos | Proceso en el cual se define el fondo de inversión para el tratamiento de la vía estudiada, este fondo se asigna en función a la condición funcional de la calle o avenida | Asignación de recursos presupuestales | Inversión anual en base a la condición del pavimento, representado por un porcentaje del costo anual de reparación aplicado a los estados:<br>B (Muy Bueno)<br>D (Regular)<br>F (Colapsado) | Proyección anual para la clasificación porcentual de la vía según valores del PCI y Costos de reparación para:<br>•Modelo sin intervención<br>•Sistema tradicional<br>•Sistema preventivo | Dólares americanos. |

Fuente: Propia.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica para la obtención de los datos e indicadores se dará según ASTM 6433-03 (Index Condition Pavement), se realizó relleno del formato de recolección de datos (Anexo 2), se visualiza la zona de estudio según el Método PCI, mediante el siguiente proceso:

- ❖ Primero, se ubica las fallas a lo largo de tramo.
- ❖ Segundo, se clasifican según su tipo, severidad y cantidad.
- ❖ Finalmente, obtener el total de las fallas presentes en cada unidad de muestra.

Otro instrumento es un odómetro manual, con lectura aproximada a 30 mm, También, se debe contar con una regla y cinta métrica para medir los daños que impliquen variación de nivel. Por último, la norma no establece equipos para la seguridad; sin embargo, si menciona como un peligro para realizar esta evaluación el tráfico, por ello se deberá contar con conos de seguridad y chalecos con cintas reflectivas.

## 2.5. Procedimiento

Cabe resaltar que en este trabajo de investigación se aplicará un sistema de gestión de pavimentos preventivo propuesto por Sotil et al. (2014) para municipios de poco presupuesto. Se deben seguir ocho pasos para implementar el sistema de gestión de pavimentos preventivo.

### **I. Inventario**

El primer paso es el inventario, que servirá para identificar el tipo de pavimento en la vía de estudios, la longitud de los sectores y el área de las unidades de muestreo.

### **II. Inspección**

La segunda etapa es la inspección que se realiza según ASTM D 6433-03 (2004) para la obtención del PCI de la vía, se deben tener hojas de registro de campo que contenga la información como mínimo fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, número de losa y tamaño, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades, y nombres del personal que realiza la inspección. Otro instrumento es un odómetro manual, con lectura aproximada a 30 mm, También, se debe contar con una regla y cinta métrica para medir los daños que impliquen variación de nivel. Por último, la seguridad es muy importante para realizar la evaluación y se debe usar conos de seguridad y chalecos con cintas reflectivas para evitar accidentes.

### **III. Procesamiento de datos**

El tercer paso es la clasificación del sistema vial, este se da con el procesamiento a través del programa EVALPAV, teniendo como base los datos obtenidos en campo y el respectivo análisis se presentará a través de sectores. Como complemento y tener una referencia visual, se realizará mapas temáticos en el programa ArcGis que permitirá referenciar la ubicación de los sectores con el cuadro obtenido en el procesamiento de datos (los mapas temáticos se mostrarán en los anexos).

The screenshot shows the EVALPAV software interface. At the top, it displays 'Evaluador de Pavimento de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASPHALTO)'. The 'Sector' is 'LÍNEA 0+000 - km 1+500' and 'Km#' is 'CALZADA'. The 'Unidad de muestra' is '0005' and 'Área de muestra (m²)' is '224'. 'Progresiva inicial' is '00+391' and 'Progresiva final' is '00+550'. The inspector is 'VICTOR ALFONSO PALOMINO RÍOS' and the date is '11/10/2020'. There are checkboxes for 'Método subsecuencial' and 'Mapa Póster'. A list of 19 types of damage is provided, with checkboxes for each. At the bottom, a table shows the results of the evaluation.

| TIPO | SEVERIDAD | B1   | B2   | B3   | B4   | B5   | B6 | B7 | B8 | B9 | B10 | TOTAL | DENSIDAD | VR |
|------|-----------|------|------|------|------|------|----|----|----|----|-----|-------|----------|----|
|      | L         | 13.9 |      |      |      |      |    |    |    |    |     | 13.9  | 5.9      | 27 |
| 1    | M         | 11.6 | 26.9 |      |      |      |    |    |    |    |     | 40.5  | 17.3     | 56 |
| 11   | L         | 3.3  |      |      |      |      |    |    |    |    |     | 3.3   | 1.4      | 3  |
| 11   | M         | 8.1  | 9.5  | 10.2 | 11.3 | 23.4 |    |    |    |    |     | 62.4  | 26.7     | 56 |








Figura 3. Procesamiento de datos utilizado el software EVALPAV. Fuente: Propia.

#### IV. Elección de mantenimiento

La cuarta etapa es la determinación del tipo de mantenimiento, esto se determina a partir de los resultados obtenidos de la condición del pavimento de esta vía. Se deben realizar acciones de tratamiento según la categorización del PCI como se muestra en la Tabla 22; la cual es una propuesta basada en experiencias norteamericanas empleando la terminología de los tratamientos utilizados en el Perú. Se debe enfatizar que el sistema preventivo no propone acciones para la condición Regular ( $40 < \text{PCI} < 55$ ) ya que la experiencia ha podido determinar que existen condiciones de deterioro tales que gastar en mantenimiento puede llegar a ser contra-productivo.



Tabla 24  
*Categorización del PCI vs. Tipos de Mantenimiento*

| Índice de Estado Superficial del Pavimento-Categorías de Acción |   |               |  |  |
|---|---|---------------|--|--|
| PCI   | Standard<br>PCI Rating<br>Scale   | Clasificación | Categoría de Acción                        | Descripción de la clasificación del PCI  |
| 100   |    | Excelente (A) | Mantenimiento Preventivo o mínimo          | Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo              |
| 85  |    | Muy Bueno (B) | Mantenimiento Correctivo Menor             | Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo  |
| 70  |    | Bueno (C)     | Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo | Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo         |
| 55  |    | Regular (D)   | Sin Intervención                           |  |
| 40  |   | Pobre (E)     | Rehabilitación-Refuerzo Estructural        | Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles          |
| 25  |  | Muy Pobre (F) | Rehabilitación-Reconstrucción              | Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo |
| 10  |  |               |  |  |

Fuente: Adaptación de Sotil, 2014.

## V. Estimación de recursos económicos

La quinta etapa es la estimación recursos, donde se requiere de análisis de las condiciones locales para aplicar el sistema de gestión de pavimento preventivo. Los costos de reparación, mantenimiento o construcción se deben tener por cuadrado de pavimento (m<sup>2</sup>). Se deberá adoptar los valores unitarios estimados en la Tabla 23 que brinda costos por metro cuadrado referenciales.

Tabla 25  
*Costos de Mantenimiento sugerido.*

| Estado | Costo de Mantto      |
|--------|----------------------|
| PCI    | (\$/m <sup>2</sup> ) |
| A      | 15                   |

|   |     |
|---|-----|
| B | 25  |
| C | 35  |
| D | 50  |
| E | 120 |
| F | 160 |

*Fuente: Sotil, 2014.*

## VI. Planificación de mantenimiento

La sexta etapa es la planificación del mantenimiento comprendiendo la proyección del deterioro en las unidades analizadas basado en las tasas de deterioro progresivo evaluando tres escenarios (sin mantenimiento, sistema tradicional, sistema preventivo). El modelo sin mantenimiento se plasmará el deterioro natural de la vía sin ninguna intervención debido al poco presupuesto o decisiones políticas de las autoridades de turno. Las siguientes tasas porcentuales de deterioro son referenciales para la predicción de la condición del pavimento debido a que para establecer un deterioro de la condición del pavimento es necesario contar con data histórica de la condición de la vía, información con la que no se cuenta en los gobiernos locales ni regionales.

Tabla 26  
*Ratios de deterioro referenciales.*

| Actual | Futuro    |            |
|--------|-----------|------------|
|        | Condición | Porcentaje |
| A      | A         | 90%        |
|        | B         | 10%        |
| B      | B         | 80%        |

|   |   |      |
|---|---|------|
|   | C | 20%  |
|   |   |      |
| C | C | 50%  |
|   | D | 50%  |
|   |   |      |
| D | D | 70%  |
|   | E | 30%  |
|   |   |      |
| E | E | 80%  |
|   | F | 20%  |
|   |   |      |
| F | F | 100% |
|   |   |      |

*Fuente: Sotil, 2014.*

Estos ratios no son valores estándar pero son necesarios para la aplicación del sistema propuesto, deberán basarse en el conocimiento empírico local. Estos ratios deberán ser recalculados a medida que se van acumulando información de la vía. Esta actualización de estos ratios no es objetivo de esta investigación. Para la proyección del deterioro del pavimento se tomará un período de 20 años. Luego de estimar la condición de la vía de estudio se deberá cuantificar en dólares de acuerdo a la Tabla 23, el costo obtenido será la inversión aplicada para los distintos escenarios planteados que será denominado Costo Anual de Reparación (CAR).

Para el modelo con el sistema tradicional se aplicarán las intervenciones en pavimentos con  $PCI < 25$  que engloba a pavimentos muy pobres y colapsados según la clasificación obtenida. Se empleará los mismos criterios que se aplicaron en el modelo sin mantenimiento en cuanto a los porcentajes.

Para el sistema preventivo se tendrá como base la experiencia norteamericana, en cuanto a los ratios se tomarán los mismos de los dos casos anteriores. Este sistema se diferencia del anterior debido a que la mitad de la inversión se debe aplicar a los pavimentos en

condición B, la otra mitad se debe aplicar en pavimentos de condición F. Si existe algún excedente de inversión para los pavimentos en condición B, este se debe aplicar a las condiciones D. Pero, si aún existe excedente se debe aplicar a los pavimentos en condición F tal como se muestra en la siguiente figura.

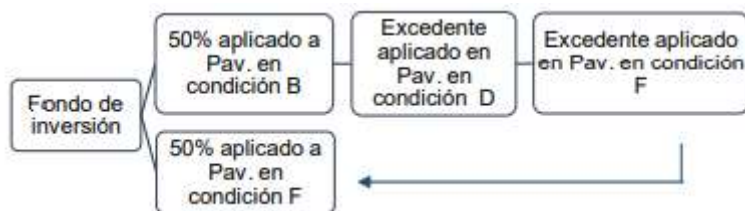


Figura 4. Prelación de intervención según sistema de gestión de pavimento preventivo. Fuente: Sotil, 2014.

## VII. Programa de trabajo y medición del comportamiento

La séptima etapa del sistema de gestión de pavimento preventivo es el programa de trabajo y medición del comportamiento, donde se definirán los pavimentos que se van a intervenir ya sea con mantenimientos rutinarios, periódicos, rehabilitaciones o reconstrucciones, según el orden de priorización ya detallado. Para ello se deben elaborar estudios como expedientes técnicos de tramos de la vía o ciertas secciones basándose en las normas del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) y normativas internacionales si fuera necesario. Al término de la intervención, se evalúa nuevamente el PCI de la vía para el registro de datos históricos del tramo o sección rehabilitada.

## VIII. Monitoreo

La última etapa es el monitoreo, que se da para el recalculado de los ratios para la acumulación de data histórica y se pueda predecir con mayor exactitud el deterioro de la condición del pavimento. Los municipios que cuenten con recursos económicos, deberían enfocarse en las condiciones críticas (B, C, D) al menos dos veces al año.

El análisis estadístico de cada unidad de muestreo ya fue descrito anteriormente y se sigue los procedimientos propios del ASTM D 6433-03 (Método del Índice de Condición

del Pavimento) y el procesamiento común es realizarlo en una plantilla de Ms Excel pero en este caso se optará por usar el programa EVALPAV que permite agilizar el procesamiento de datos y la obtención del estado de cada unidad de muestra. Adicionalmente, se tiene validado el instrumento (Anexo N°2) a utilizar para la obtención de datos basados en la norma ASTM D 6433-03. Estos serán de suma importancia para la clasificación en base a la condición PCI para la elaboración de los planes de intervención y estimación de recursos utilizando el sistema de gestión de pavimentos preventivo o pensamiento moderno.

Los aspectos éticos serán primordiales en el desarrollo del trabajo de investigación ya que no se perturbará a los vecinos del lugar con la inspección en esta vía. Y se seguirá los procedimientos de seguridad para evitar accidentes vehiculares.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para la aplicación del sistema de gestión de pavimentos preventivo propuesto por Sotil et al. (2014), se tienen que desarrollar ocho procedimientos, desde la identificación de la vía hasta el monitoreo de la condición del pavimento. Estos procesos se detallaron en el capítulo anterior.

La primera etapa es el inventario de la vía, donde se debe tener las características de esta (longitud, sectores, ancho de carriles, etc.).

Tabla 27  
*Descomposición de la vía de estudio*

| Jerarquización |   |
|----------------|---|
| Tramo          | Av. 2 de Octubre                                    |
| Sección        | 01. Autopista Canta Callao hacia Panamericana Norte |
|                | 02. Panamericana Norte hacia Autopista Canta Callao |

*Fuente: Propia.*

En la Tabla 25 se detallan las dimensiones de la vía que será objeto de estudio, estos datos son importantes para determinar las unidades de muestreo según Método PCI.

Tabla 28  
*Dimensiones de la Av. 2 de Octubre*

| Datos              |        |
|--------------------|--------|
| Tramo              | 3120 m |
| Ancho de carril    | 6 m    |
| Número de carriles | 2      |

*Fuente: Propia.*

Luego se debe calcular el número total de unidades de muestreo, la longitud por unidad de muestreo es 39, redondeando al inmediato superior según Tabla 21

$$N = \frac{1560}{39}$$

N=40 und

Entre las dos secciones se tendrá 80 unidades de muestreo.

Se procede con el cálculo del número mínimo de unidades de muestreo mediante la Ecuación 1.

$$n = \frac{80 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (80 - 1) + 10^2}$$

n=14 und

Donde:

N = número total de unidades de prueba (N =80)

e = error permitido en la estimación de la sección PCI (e = 5)

s = desviación estándar del PCI de las unidades de prueba en la sección (s = 10)

Después se debe calcular el intervalo para que las unidades de muestreo estén separadas uniformemente. Esto se calcula con la Ecuación 3.

$$i = \frac{80}{14} = 3$$

El intervalo de muestreo es  $i = 3$ . La unidad de muestreo seleccionada como partida aleatoria es la unidad de muestreo 03, por ello las demás unidades de muestreo a ser evaluadas son UM-06, UM-09, UM-12, UM-15, UM-18, UM-21, UM-24, UM-27, UM-30, UM-33, UM-36, UM-39.

Posteriormente se realizó la inspección en la avenida para visualizar el tipo de pavimento que posee. Siendo de pavimentos flexible tal como se ve en la siguiente figura.



Figura 5. Visualización del pavimento flexible en la Av. 2 de Octubre. Fuente: Propia.

Según el mapa del sistema vial de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), la Av. 2 de Octubre es considerado vía arterial.

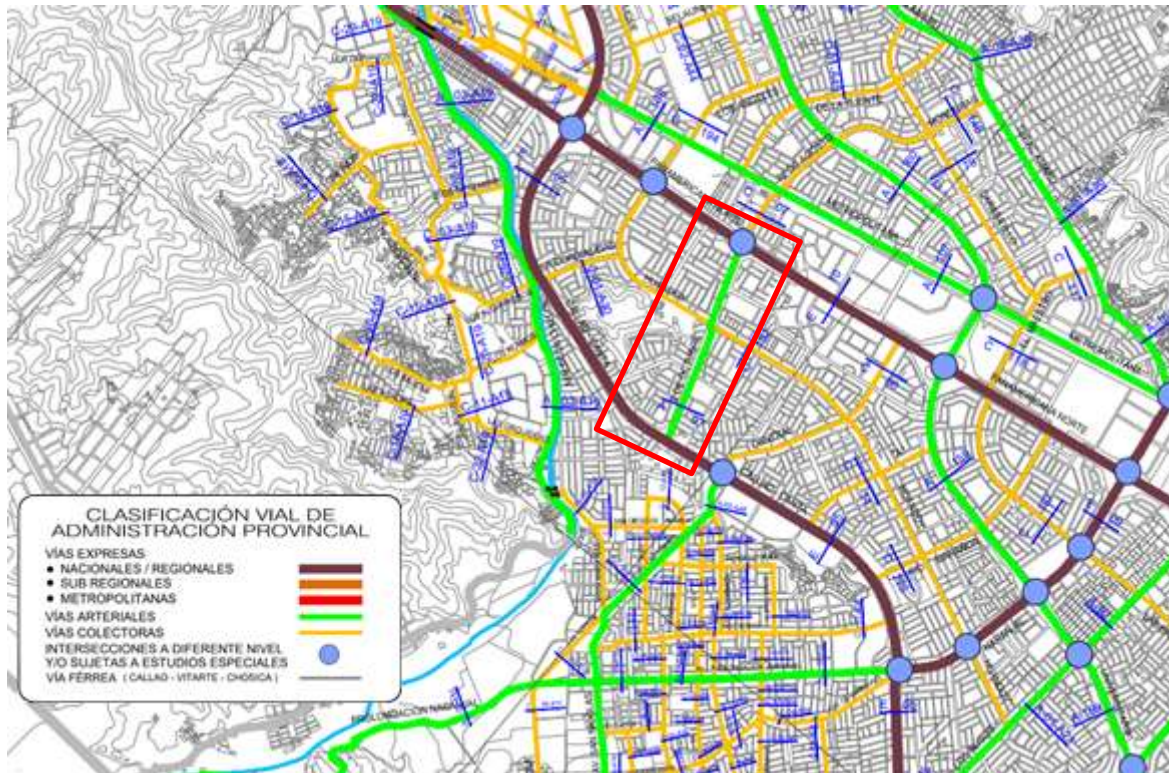


Figura 6. Sistema vial Metropolitano vigente de Lima Metropolitana. Fuente: Instituto Metropolitano de Planificación, 2018.



El segundo paso del sistema de gestión es la inspección, para la recolección de datos se siguió los parámetros establecidos por ASTM 6433-03, los resultados obtenidos después de inspección en campo y procesamiento en el software EVALPAV (Anexo 3) están en la siguiente tabla.

Tabla 29.  
*Resumen de los resultados obtenidos en ambos sectores.*

|  | UNIDAD DE MUESTRA | PROGRESIVA INICIAL | PROGRESIVA FINAL | AREA (m <sup>2</sup> ) | PCI | CLASIFICACION | PCI SECCIÓN | ESTADO SECCIÓN |         |
|--|-------------------|--------------------|------------------|------------------------|-----|---------------|-------------|----------------|---------|
| SECTOR 1<br>(CANTA CALLAO-<br>PANAMERICANA<br>NORTE) | 3                 | 00+117             | 00+156           | 234.0                  | 42  | Regular       | D           |                |         |
|  | 6                 | 00+234             | 00+273           | 234.0                  | 58  | Bueno         | C           |                |         |
|  | 9                 | 00+351             | 00+390           | 234.0                  | 18  | Muy Pobre     | F           |                |         |
|  | 12                | 00+468             | 00+507           | 234.0                  | 23  | Muy Pobre     | F           |                |         |
|  | 15                | 00+585             | 00+624           | 234.0                  | 44  | Regular       | D           |                |         |
|  | 18                | 00+702             | 00+714           | 234.0                  | 14  | Muy Pobre     | F           |                |         |
|  | 21                | 00+819             | 00+858           | 234.0                  | 39  | Pobre         | E           | 45             | Regular |
|  | 24                | 00+936             | 00+975           | 234.0                  | 0   | Colapsado     | F           |                |         |
|  | 27                | 01+053             | 01+092           | 234.0                  | 49  | Regular       | D           |                |         |
|  | 30                | 01+170             | 01+209           | 234.0                  | 38  | Pobre         | E           |                |         |
|  | 33                | 01+287             | 01+326           | 234.0                  | 85  | Excelente     | A           |                |         |
|  | 36                | 01+404             | 01+443           | 234.0                  | 75  | Muy Bueno     | B           |                |         |
|  | 39                | 01+521             | 01+560           | 234.0                  | 100 | Excelente     | A           |                |         |
| SECTOR 2<br>(PANAMERICAN<br>A NORTE-CANTA<br>CALLAO) | 3                 | 00+117             | 00+156           | 234.0                  | 16  | Muy Pobre     | F           |                |         |
|  | 6                 | 00+234             | 00+273           | 234.0                  | 43  | Regular       | D           |                |         |
|  | 9                 | 00+351             | 00+390           | 234.0                  | 38  | Pobre         | E           |                |         |
|  | 12                | 00+468             | 00+507           | 234.0                  | 40  | Regular       | D           |                |         |
|  | 15                | 00+585             | 00+624           | 234.0                  | 41  | Regular       | D           |                |         |
|  | 18                | 00+702             | 00+741           | 234.0                  | 29  | Pobre         | E           |                |         |
|  | 21                | 00+819             | 00+858           | 234.0                  | 36  | Pobre         | E           | 36             | Pobre   |
|  | 24                | 00+936             | 00+975           | 234.0                  | 36  | Pobre         | E           |                |         |
|  | 27                | 01+053             | 01+092           | 234.0                  | 41  | Regular       | D           |                |         |
|  | 30                | 01+170             | 01+209           | 234.0                  | 8   | Colapsado     | F           |                |         |
|  | 33                | 01+287             | 01+326           | 234.0                  | 34  | Pobre         | E           |                |         |
|  | 36                | 01+404             | 01+443           | 234.0                  | 40  | Regular       | D           |                |         |
|  | 39                | 01+521             | 01+560           | 234.0                  | 65  | Bueno         | C           |                |         |

*Fuente: Propia.*

Se obtuvo que la condición del primer sector es Regular y del segundo es pobre. Estos datos serán de importancia para hallar el porcentaje de la condición.

La tercera etapa es la clasificación vial, esto se sustenta mediante el mapa del sistema vial mostrado en la etapa de inventario, se describe que la Av. 2 de Octubre es una vía arterial. El resumen de la condición de la Av. 2 de Octubre se describe en la siguiente tabla.

Tabla 30  
*Resumen de condición de la Av. 2 de Octubre.*

| Condición     | UM | Distribución del tramo |         |
|---------------|----|------------------------|---------|
| Excelente (A) | 2  | 7.69%                  | 7.69%   |
| Muy bueno (B) | 1  | 3.85%                  | 3.85%   |
| Bueno (C)     | 2  | 7.69%                  | 7.69%   |
| Regular (D)   | 8  | 30.77%                 | 30.77%  |
| Pobre (E)     | 7  | 26.92%                 | 26.92%  |
| Muy pobre (F) | 4  | 15.38%                 | 23.08%  |
| Colapsado (F) | 2  | 7.69%                  | 23.08%  |
|               | 26 |                        | 100.00% |

*Fuente: Propia.*

Se puede apreciar que existe un gran porcentaje en estado regular (30.77%), en la condición F (Muy pobre y colapsado) se tiene un 23.08 %. Estos porcentajes serán los datos que utilizaremos para plantear el sistema de gestión de pavimentos preventivo comparando con el sistema tradicional y sin intervenciones.

La cuarta etapa del sistema de gestión de pavimentos preventivo es la determinación del tipo de mantenimiento, esto se basará en las normativas establecidas por el MTC. En el presente trabajo solo se mencionará aspectos importantes a considerar en los tipos de intervenciones basados en la normativa nacional.

Los mantenimientos rutinarios se realizan en condición excelente reparando daños en la superficie de rodadura en forma localizada, se pueden aplicar una o más veces al año. (Gamboa, 2009; citado por Gaspar, 2018).

Tabla 31  
*Criterios para mantenimiento rutinario.*

| Criterio                     | Valor                      |
|------------------------------|----------------------------|
| Espesor de carpeta asfáltica | Mayor o igual a 10 cm      |
| Baches                       | De 05 a 10%                |
| Ahuellamiento                | De 0% a 5%                 |
| Bombeo                       | De 2% a 3%                 |
| Señalización                 | Si cuenta con Señalización |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Alcantarillas y cunetas      | Limpias     |
| Puentes, muros de contención | Buen estado |

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008; citado por Gaspar, 2018.*

Para el caso de mantenimiento periódico, se aplica en ciertos períodos de años comprendiendo tratamiento y restauración de superficie de rodadura en condición muy bueno y bueno. (Gamboa, 2009; citado por Gaspar, 2018).

Tabla 32  
*Criterios para mantenimiento periódico.*

| Criterio                     | Valor                             |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Espesor de carpeta asfáltica | De 5 a 10 cm                      |
| Baches                       | De 10% a 40%                      |
| Ahuellamiento                | De 5% a 15%                       |
| Bombeo                       | Menor de 2%                       |
| Señalización                 | No cuenta con Señalización        |
| Alcantarillas y cunetas      | Limpias a medianamente colmatadas |
| Puentes, muros de contención | De buen estado a regular          |

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008; citado por Gaspar, 2018.*

La acción por categoría de mantenimiento involucra los trabajos de mejoramiento de la condición del pavimento flexible, reparación de drenaje y obras de arte.

Tabla 33  
*Acciones por categoría*

| Tipo de mantenimiento   | Acciones                      |
|-------------------------|-------------------------------|
| Mantenimiento rutinario | Desbroce y limpieza de maleza |
|                         | Bacheo de calzada y berma     |
|                         | Limpieza de cunetas laterales |
|                         | Limpieza de alcantarillas     |
| Mantenimiento periódico | Mantenimiento de señales      |
|                         | Sellado de grietas            |
|                         | Lechada asfáltica             |
|                         | Micro-aglomerado              |
|                         | Sello con arena-asfalto       |

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008; citado por Gaspar, 2018.*

Para el caso de rehabilitación, se aplica en condiciones colapsadas, que se puede dar una reparación selectiva y refuerzo estructural. Con el fin de devolver la capacidad funciones y estructural del pavimento. (Gamboa, 2009; citado por Gaspar, 2018).

Tabla 34  
*Criterios para rehabilitación.*

| Criterio                     | Valor                      |
|------------------------------|----------------------------|
| Espesor de carpeta asfáltica | Menor a 5 cm               |
| Baches                       | De 40% a 60%               |
| Ahuellamiento                | De 15% a 30%               |
| Bombeo                       | Menor de 2%                |
| Señalización                 | No cuenta con Señalización |
| Alcantarillas y cunetas      | Medianamente colmatadas    |
| Puentes, muros de contención | Mal estado                 |

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008; citado por Gaspar, 2018*

La quinta etapa del sistema preventivo es la estimación de recursos, los costos adoptados serán tomados de Sotil et al. (2014) adaptados para Lima. Pero, esta información se debería contar en la jurisdicción en base a intervenciones realizados en otras vías como costo unitario (US\$/m<sup>2</sup>), esto tiene impacto en los costos anuales de reparación.

La sexta etapa es la planificación del mantenimiento, teniendo como horizonte de evaluación un período de 20 años que nos permitirán proyectar los deterioros de la Av. 2 de Octubre empleando los ratios de la Tabla 24. Se evaluarán entres casos: sin intervenciones, sistema de gestión de pavimentos tradicional y sistema de gestión de pavimentos preventivo.

Tabla 35  
*Datos de la Av. 2 de octubre*

| DATOS DE LA VIA |                      |
|-----------------|----------------------|
| LARGO           | 1560 m (promedio)    |
| ANCHO           | 12m                  |
| ÁREA            | 18720 m <sup>2</sup> |

*Fuente: Propia.*

Para proyectar los costos de cada año, se deberá determinar el costo anual de reparación (CAR).

$$CAR = (\%i)(A_{total})(C_{mmtto})$$

Ecuación 4. Determinación del Costo Anual de Reparación  
Fuente: Sotil, 2014.

Donde:

%i: Porcentaje de distribución por nivel de condición.

A<sub>total</sub>: Área total del tramo en análisis.

C<sub>mmtto</sub>: Costo de mantenimiento por nivel de condición. (Tabla 23)

El primer modelo a evaluar será sin intervención donde se deberá visualizar la disminución del PCI afectado por el deterioro de cada año. Los cálculos de cada año se presentarán a continuación:

| AÑO 01 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 7.69   | 6.92        |      |      |       |       |       | 6.92   | 92.50      | 6.40      | 19.44   |
| B      | 3.85   | 0.77        | 3.08 |      |       |       |       | 3.85   | 77.50      | 2.98      | 18.00   |
| C      | 7.69   |             | 0.77 | 3.85 |       |       |       | 4.62   | 62.50      | 2.88      | 30.24   |
| D      | 30.77  |             |      | 3.85 | 21.54 |       |       | 25.38  | 32.50      | 8.25      | 237.60  |
| E      | 26.92  |             |      |      | 9.23  | 21.54 |       | 30.77  | 25.00      | 7.69      | 691.20  |
| F      | 23.08  |             |      |      |       | 5.38  | 23.08 | 28.46  | 25.00      | 7.12      | 852.48  |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 35.33     | 1848.96 |

\*En miles de dólares

| AÑO 02 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 6.92   | 6.23        |      |      |       |       |       | 6.23   | 92.50      | 5.76      | 17.50   |
| B      | 3.85   | 0.69        | 3.08 |      |       |       |       | 3.77   | 77.50      | 2.92      | 17.64   |
| C      | 4.62   |             | 0.77 | 2.31 |       |       |       | 3.08   | 62.50      | 1.92      | 20.16   |
| D      | 25.38  |             |      | 2.31 | 17.77 |       |       | 20.08  | 32.50      | 6.53      | 187.92  |
| E      | 30.77  |             |      |      | 7.62  | 24.62 |       | 32.23  | 25.00      | 8.06      | 724.03  |
| F      | 28.46  |             |      |      |       | 6.15  | 28.46 | 34.62  | 25.00      | 8.65      | 1036.80 |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 33.84     | 2004.05 |

\*En miles de dólares

| AÑO 03 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | CAR     |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 6.23   | 5.61        |      |      |       |       |       | 5.61   | 92.50      | 5.19      | 15.75   |
| B      | 3.77   | 0.62        | 3.02 |      |       |       |       | 3.64   | 77.50      | 2.82      | 17.03   |
| C      | 3.08   |             | 0.75 | 1.54 |       |       |       | 2.29   | 62.50      | 1.43      | 15.02   |
| D      | 20.08  |             |      | 1.54 | 14.05 |       |       | 15.59  | 32.50      | 5.07      | 145.94  |
| E      | 32.23  |             |      |      | 6.02  | 25.78 |       | 31.81  | 25.00      | 7.95      | 714.53  |
| F      | 34.62  |             |      |      |       | 6.45  | 34.62 | 41.06  | 25.00      | 10.27     | 1229.88 |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 32.72     | 2138.14 |

\*En miles de dólares

| AÑO 04 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 5.61   | 5.05        |      |      |       |       |       | 5.05   | 92.50      | 4.67      | 14.17   |
| B      | 3.64   | 0.56        | 2.91 |      |       |       |       | 3.47   | 77.50      | 2.69      | 16.25   |
| C      | 2.29   |             | 0.73 | 1.15 |       |       |       | 1.87   | 62.50      | 1.17      | 12.28   |
| D      | 15.59  |             |      | 1.15 | 10.91 |       |       | 12.06  | 32.50      | 3.92      | 112.89  |
| E      | 31.81  |             |      |      | 4.68  | 25.45 |       | 30.12  | 25.00      | 7.53      | 676.70  |
| F      | 41.06  |             |      |      |       | 6.36  | 41.06 | 47.42  | 25.00      | 11.86     | 1420.42 |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 31.84     | 2252.70 |

*\*En miles de dólares*

| AÑO 05 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 5.05   | 4.54        |      |      |      |       |       | 4.54   | 92.50      | 4.20      | 12.75   |
| B      | 3.47   | 0.50        | 2.78 |      |      |       |       | 3.28   | 77.50      | 2.54      | 15.36   |
| C      | 1.87   |             | 0.69 | 0.94 |      |       |       | 1.63   | 62.50      | 1.02      | 10.69   |
| D      | 12.06  |             |      | 0.94 | 8.44 |       |       | 9.38   | 32.50      | 3.05      | 87.79   |
| E      | 30.12  |             |      |      | 3.62 | 24.10 |       | 27.72  | 25.00      | 6.93      | 622.64  |
| F      | 47.42  |             |      |      |      | 6.02  | 47.42 | 53.45  | 25.00      | 13.36     | 1600.87 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 31.10     | 2350.11 |

*\*En miles de dólares*

| AÑO 06 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 4.54   | 4.09        |      |      |      |       |       | 4.09   | 92.50      | 3.78      | 11.48   |
| B      | 3.28   | 0.45        | 2.63 |      |      |       |       | 3.08   | 77.50      | 2.39      | 14.41   |
| C      | 1.63   |             | 0.66 | 0.82 |      |       |       | 1.47   | 62.50      | 0.92      | 9.64    |
| D      | 9.38   |             |      | 0.82 | 6.57 |       |       | 7.38   | 32.50      | 2.40      | 69.09   |
| E      | 27.72  |             |      |      | 2.81 | 22.17 |       | 24.99  | 25.00      | 6.25      | 561.32  |
| F      | 53.45  |             |      |      |      | 5.54  | 53.45 | 58.99  | 25.00      | 14.75     | 1766.91 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 30.48     | 2432.86 |

*\*En miles de dólares*

| AÑO 07 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 4.09   | 3.68        |      |      |      |       |       | 3.68   | 92.50      | 3.40      | 10.33   |
| B      | 3.08   | 0.41        | 2.46 |      |      |       |       | 2.87   | 77.50      | 2.23      | 13.44   |
| C      | 1.47   |             | 0.62 | 0.74 |      |       |       | 1.35   | 62.50      | 0.84      | 8.86    |
| D      | 7.38   |             |      | 0.74 | 5.17 |       |       | 5.90   | 32.50      | 1.92      | 55.25   |
| E      | 24.99  |             |      |      | 2.21 | 19.99 |       | 22.20  | 25.00      | 5.55      | 498.80  |
| F      | 58.99  |             |      |      |      | 5.00  | 58.99 | 63.99  | 25.00      | 16.00     | 1916.59 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 29.94     | 2503.28 |

*\*En miles de dólares*

| AÑO 08 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 3.68   | 3.31        |      |      |      |       |       | 3.31   | 92.50      | 3.06      | 9.30    |
| B      | 2.87   | 0.37        | 2.30 |      |      |       |       | 2.67   | 77.50      | 2.07      | 12.48   |
| C      | 1.35   |             | 0.57 | 0.68 |      |       |       | 1.25   | 62.50      | 0.78      | 8.19    |
| D      | 5.90   |             |      | 0.68 | 4.13 |       |       | 4.81   | 32.50      | 1.56      | 45.00   |
| E      | 22.20  |             |      |      | 1.77 | 17.76 |       | 19.53  | 25.00      | 4.88      | 438.82  |
| F      | 63.99  |             |      |      |      | 4.44  | 63.99 | 68.43  | 25.00      | 17.11     | 2049.61 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 29.46     | 2563.40 |

*\*En miles de dólares*

| AÑO 09 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 3.31   | 2.98        |      |      |      |       |       | 2.98   | 92.50      | 2.76      | 8.37    |
| B      | 2.67   | 0.33        | 2.13 |      |      |       |       | 2.46   | 77.50      | 1.91      | 11.53   |
| C      | 1.25   |             | 0.53 | 0.63 |      |       |       | 1.16   | 62.50      | 0.72      | 7.59    |
| D      | 4.81   |             |      | 0.63 | 3.37 |       |       | 3.99   | 32.50      | 1.30      | 37.35   |
| E      | 19.53  |             |      |      | 1.44 | 15.63 |       | 17.07  | 25.00      | 4.27      | 383.46  |
| F      | 68.43  |             |      |      |      | 3.91  | 68.43 | 72.34  | 25.00      | 18.08     | 2166.63 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 29.04     | 2614.93 |

*\*En miles de dólares*

| AÑO 10 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | CAR     |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 2.98   | 2.68        |      |      |      |       |       | 2.68   | 92.50      | 2.48      | 7.53    |
| B      | 2.46   | 0.30        | 1.97 |      |      |       |       | 2.27   | 77.50      | 1.76      | 10.62   |
| C      | 1.16   |             | 0.49 | 0.58 |      |       |       | 1.07   | 62.50      | 0.67      | 7.02    |
| D      | 3.99   |             |      | 0.58 | 2.79 |       |       | 3.37   | 32.50      | 1.10      | 31.57   |
| E      | 17.07  |             |      |      | 1.20 | 13.66 |       | 14.85  | 25.00      | 3.71      | 333.66  |
| F      | 72.34  |             |      |      |      | 3.41  | 72.34 | 75.75  | 25.00      | 18.94     | 2268.88 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 28.66     | 2659.29 |

\*En miles de dólares

| AÑO 11 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 2.68   | 2.41        |      |      |      |       |       | 2.41   | 92.50      | 2.23      | 6.78    |
| B      | 2.27   | 0.27        | 1.82 |      |      |       |       | 2.08   | 77.50      | 1.61      | 9.75    |
| C      | 1.07   |             | 0.45 | 0.54 |      |       |       | 0.99   | 62.50      | 0.62      | 6.49    |
| D      | 3.37   |             |      | 0.54 | 2.36 |       |       | 2.90   | 32.50      | 0.94      | 27.12   |
| E      | 14.85  |             |      |      | 1.01 | 11.88 |       | 12.89  | 25.00      | 3.22      | 289.66  |
| F      | 75.75  |             |      |      |      | 2.97  | 75.75 | 78.72  | 25.00      | 19.68     | 2357.86 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 28.31     | 2697.65 |

\*En miles de dólares

| AÑO 12 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 2.41   | 2.17        |      |      |      |       |       | 2.17   | 92.50      | 2.01      | 6.10    |
| B      | 2.08   | 0.24        | 1.67 |      |      |       |       | 1.91   | 77.50      | 1.48      | 8.93    |
| C      | 0.99   |             | 0.42 | 0.49 |      |       |       | 0.91   | 62.50      | 0.57      | 5.97    |
| D      | 2.90   |             |      | 0.49 | 2.03 |       |       | 2.52   | 32.50      | 0.82      | 23.61   |
| E      | 12.89  |             |      |      | 0.87 | 10.32 |       | 11.18  | 25.00      | 2.80      | 251.25  |
| F      | 78.72  |             |      |      |      | 2.58  | 78.72 | 81.30  | 25.00      | 20.33     | 2435.10 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 28.00     | 2730.97 |

\*En miles de dólares

| AÑO 13 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 2.17   | 1.96        |      |      |      |      |       | 1.96   | 92.50      | 1.81      | 5.49    |
| B      | 1.91   | 0.22        | 1.53 |      |      |      |       | 1.74   | 77.50      | 1.35      | 8.16    |
| C      | 0.91   |             | 0.38 | 0.46 |      |      |       | 0.84   | 62.50      | 0.52      | 5.49    |
| D      | 2.52   |             |      | 0.46 | 1.77 |      |       | 2.22   | 32.50      | 0.72      | 20.80   |
| E      | 11.18  |             |      |      | 0.76 | 8.95 |       | 9.70   | 25.00      | 2.43      | 218.00  |
| F      | 81.30  |             |      |      |      | 2.24 | 81.30 | 83.54  | 25.00      | 20.88     | 2502.10 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 27.72     | 2760.04 |

\*En miles de dólares

| AÑO 14 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.96   | 1.76        |      |      |      |      |       | 1.76   | 92.50      | 1.63      | 4.94    |
| B      | 1.74   | 0.20        | 1.40 |      |      |      |       | 1.59   | 77.50      | 1.23      | 7.44    |
| C      | 0.84   |             | 0.35 | 0.42 |      |      |       | 0.77   | 62.50      | 0.48      | 5.03    |
| D      | 2.22   |             |      | 0.42 | 1.56 |      |       | 1.97   | 32.50      | 0.64      | 18.48   |
| E      | 9.70   |             |      |      | 0.67 | 7.76 |       | 8.43   | 25.00      | 2.11      | 189.38  |
| F      | 83.54  |             |      |      |      | 1.94 | 83.54 | 85.48  | 25.00      | 21.37     | 2560.24 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 27.46     | 2785.50 |

\*En miles de dólares

| AÑO 15 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.76   | 1.58        |      |      |      |      |       | 1.58   | 92.50      | 1.46      | 4.45    |
| B      | 1.59   | 0.18        | 1.27 |      |      |      |       | 1.45   | 77.50      | 1.12      | 6.78    |
| C      | 0.77   |             | 0.32 | 0.38 |      |      |       | 0.70   | 62.50      | 0.44      | 4.60    |
| D      | 1.97   |             |      | 0.38 | 1.38 |      |       | 1.77   | 32.50      | 0.57      | 16.53   |
| E      | 8.43   |             |      |      | 0.59 | 6.74 |       | 7.34   | 25.00      | 1.83      | 164.80  |
| F      | 85.48  |             |      |      |      | 1.69 | 85.48 | 87.16  | 25.00      | 21.79     | 2610.74 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 27.23     | 2807.89 |

| AÑO 16 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | CAR     |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.58   | 1.43        |      |      |      |      |       | 1.43   | 92.50      | 1.32      | 4.00    |
| B      | 1.45   | 0.16        | 1.16 |      |      |      |       | 1.32   | 77.50      | 1.02      | 6.16    |
| C      | 0.70   |             | 0.29 | 0.35 |      |      |       | 0.64   | 62.50      | 0.40      | 4.20    |
| D      | 1.77   |             |      | 0.35 | 1.24 |      |       | 1.59   | 32.50      | 0.52      | 14.85   |
| E      | 7.34   |             |      |      | 0.53 | 5.87 |       | 6.40   | 25.00      | 1.60      | 143.74  |
| F      | 87.16  |             |      |      |      | 1.47 | 87.16 | 88.63  | 25.00      | 22.16     | 2654.68 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 27.01     | 2827.64 |

\*En miles de dólares

| AÑO 17 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.43   | 1.28        |      |      |      |      |       | 1.28   | 92.50      | 1.19      | 3.60    |
| B      | 1.32   | 0.14        | 1.05 |      |      |      |       | 1.20   | 77.50      | 0.93      | 5.60    |
| C      | 0.64   |             | 0.26 | 0.32 |      |      |       | 0.58   | 62.50      | 0.36      | 3.82    |
| D      | 1.59   |             |      | 0.32 | 1.11 |      |       | 1.43   | 32.50      | 0.47      | 13.39   |
| E      | 6.40   |             |      |      | 0.48 | 5.12 |       | 5.60   | 25.00      | 1.40      | 125.69  |
| F      | 88.63  |             |      |      |      | 1.28 | 88.63 | 89.91  | 25.00      | 22.48     | 2693.02 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 26.82     | 2845.12 |

\*En miles de dólares

| AÑO 18 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.28   | 1.15        |      |      |      |      |       | 1.15   | 92.50      | 1.07      | 3.24    |
| B      | 1.20   | 0.13        | 0.96 |      |      |      |       | 1.09   | 77.50      | 0.84      | 5.08    |
| C      | 0.58   |             | 0.24 | 0.29 |      |      |       | 0.53   | 62.50      | 0.33      | 3.48    |
| D      | 1.43   |             |      | 0.29 | 1.00 |      |       | 1.29   | 32.50      | 0.42      | 12.11   |
| E      | 5.60   |             |      |      | 0.43 | 4.48 |       | 4.91   | 25.00      | 1.23      | 110.19  |
| F      | 89.91  |             |      |      |      | 1.12 | 89.91 | 91.03  | 25.00      | 22.76     | 2726.53 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 26.65     | 2860.64 |

\*En miles de dólares

| AÑO 19 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.15   | 1.04        |      |      |      |      |       | 1.04   | 92.50      | 0.96      | 2.92    |
| B      | 1.09   | 0.12        | 0.87 |      |      |      |       | 0.98   | 77.50      | 0.76      | 4.60    |
| C      | 0.53   |             | 0.22 | 0.27 |      |      |       | 0.48   | 62.50      | 0.30      | 3.16    |
| D      | 1.29   |             |      | 0.27 | 0.91 |      |       | 1.17   | 32.50      | 0.38      | 10.96   |
| E      | 4.91   |             |      |      | 0.39 | 3.92 |       | 4.31   | 25.00      | 1.08      | 96.87   |
| F      | 91.03  |             |      |      |      | 0.98 | 91.03 | 92.01  | 25.00      | 23.00     | 2755.92 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 26.49     | 2874.44 |

\*En miles de dólares

| AÑO 20 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 1.04   | 0.94        |      |      |      |      |       | 0.94   | 92.50      | 0.87      | 2.63    |
| B      | 0.98   | 0.10        | 0.79 |      |      |      |       | 0.89   | 77.50      | 0.69      | 4.17    |
| C      | 0.48   |             | 0.20 | 0.24 |      |      |       | 0.44   | 62.50      | 0.27      | 2.87    |
| D      | 1.17   |             |      | 0.24 | 0.82 |      |       | 1.06   | 32.50      | 0.34      | 9.93    |
| E      | 4.31   |             |      |      | 0.35 | 3.45 |       | 3.80   | 25.00      | 0.95      | 85.39   |
| F      | 92.01  |             |      |      |      | 0.86 | 92.01 | 92.87  | 25.00      | 23.22     | 2781.75 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 26.34     | 2886.74 |

\*En miles de dólares

A continuación, se colocará un cuadro resumen de los resultados obtenidos para el primer modelo de proyección sin intervención en 20 años.



Tabla 36  
Resumen de los resultados, sin intervención

| AÑO | CONDICION DEL PAVIMENTO |      |      |       |       |       | PCI      | *CAR         |
|-----|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|----------|--------------|
|     | A                       | B    | C    | D     | E     | F     | PROMEDIO | VALOR FUTURO |
| 1   | 6.92                    | 3.85 | 4.62 | 25.38 | 30.77 | 28.46 | 35.33    | 1848.96      |
| 2   | 6.23                    | 3.77 | 3.08 | 20.08 | 32.23 | 34.62 | 33.84    | 2004.05      |
| 3   | 5.61                    | 3.64 | 2.29 | 15.59 | 31.81 | 41.06 | 32.72    | 2138.14      |
| 4   | 5.05                    | 3.47 | 1.87 | 12.06 | 30.12 | 47.42 | 31.84    | 2252.70      |
| 5   | 4.54                    | 3.28 | 1.63 | 9.38  | 27.72 | 53.45 | 31.10    | 2350.11      |
| 6   | 4.09                    | 3.08 | 1.47 | 7.38  | 24.99 | 58.99 | 30.48    | 2432.86      |
| 7   | 3.68                    | 2.87 | 1.35 | 5.90  | 22.20 | 63.99 | 29.94    | 2503.28      |
| 8   | 3.31                    | 2.67 | 1.25 | 4.81  | 19.53 | 68.43 | 29.46    | 2563.40      |
| 9   | 2.98                    | 2.46 | 1.16 | 3.99  | 17.07 | 72.34 | 29.04    | 2614.93      |
| 10  | 2.68                    | 2.27 | 1.07 | 3.37  | 14.85 | 75.75 | 28.66    | 2659.29      |
| 11  | 2.41                    | 2.08 | 0.99 | 2.90  | 12.89 | 78.72 | 28.31    | 2697.65      |
| 12  | 2.17                    | 1.91 | 0.91 | 2.52  | 11.18 | 81.30 | 28.00    | 2730.97      |
| 13  | 1.96                    | 1.74 | 0.84 | 2.22  | 9.70  | 83.54 | 27.72    | 2760.04      |
| 14  | 1.76                    | 1.59 | 0.77 | 1.97  | 8.43  | 85.48 | 27.46    | 2785.50      |
| 15  | 1.58                    | 1.45 | 0.70 | 1.77  | 7.34  | 87.16 | 27.23    | 2807.89      |
| 16  | 1.43                    | 1.32 | 0.64 | 1.59  | 6.40  | 88.63 | 27.01    | 2827.64      |
| 17  | 1.28                    | 1.20 | 0.58 | 1.43  | 5.60  | 89.91 | 26.82    | 2845.12      |
| 18  | 1.15                    | 1.09 | 0.53 | 1.29  | 4.91  | 91.03 | 26.65    | 2860.64      |
| 19  | 1.04                    | 0.98 | 0.48 | 1.17  | 4.31  | 92.01 | 26.49    | 2874.44      |
| 20  | 0.94                    | 0.89 | 0.44 | 1.06  | 3.80  | 92.87 | 26.34    | 2886.74      |

\*En miles de dólares. Fuente: Propia.

En la siguiente figura, se muestra el decrecimiento del PCI con respecto a los años evaluados. Se visualiza un decrecimiento que no se mitigado debido a que no se realizan intervenciones.

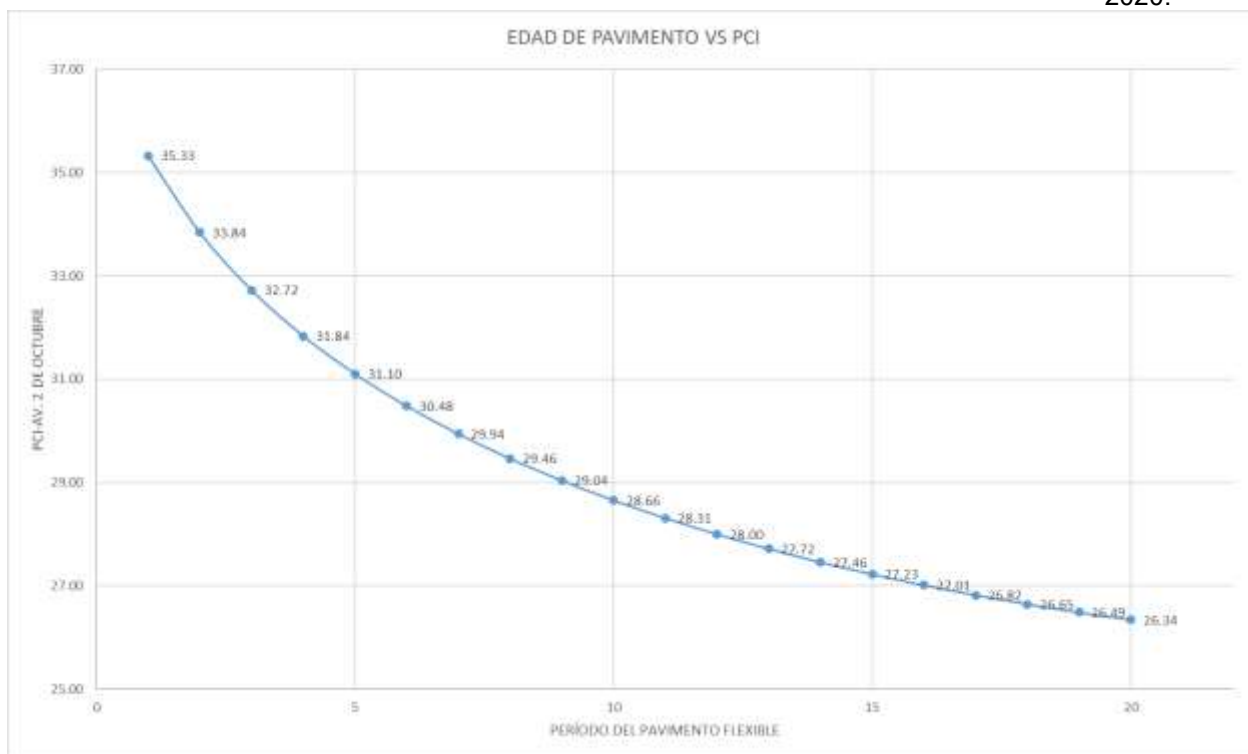


Figura 7. Decrecimiento del valor de PCI con respecto al tiempo. Fuente: Propia.

En la siguiente figura se tendrá una comparativa entre el CAR y los años de proyección.

Finalmente se obtiene que se requieren de 2886.74 miles de dólares americanos para la restauración total del tramo evaluado.



Figura 8. Desarrollo del CAR en los años evaluados. Fuente: Propia.

El siguiente modelo a evaluar es el sistema gestión de pavimentos tradicional donde solo se enfoca en la restauración de las condiciones F. La inversión se aplicará en determinada área de la vía en condición colapsada y por causa de la rehabilitación, se incorpora dicha área a la condición “A”. Se considerará que el monto destinado a la intervención reactiva se mantendrá fijo, correspondiendo al 5% del costo anual de reparación del primer año de análisis, este monto puede reparar el 3.09 % del área total del tramo. Se detallará la proyección y el efecto de la intervención en el PCI futuro.

| AÑO 01 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 7.69   | 6.92        |      |      |       |       |       | 6.92   | 92.50      | 6.40      | 19.44   |
| B      | 3.85   | 0.77        | 3.08 |      |       |       |       | 3.85   | 77.50      | 2.98      | 1800.00 |
| C      | 7.69   |             | 0.77 | 3.85 |       |       |       | 4.62   | 62.50      | 2.88      | 30.24   |
| D      | 30.77  |             |      | 3.85 | 21.54 |       |       | 25.38  | 32.50      | 8.25      | 237.60  |
| E      | 26.92  |             |      |      | 9.23  | 21.54 |       | 30.77  | 25.00      | 7.69      | 691.20  |
| F      | 23.08  |             |      |      |       | 5.38  | 23.08 | 28.46  | 25.00      | 7.12      | 852.48  |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 35.33     | 3630.96 |

\*En miles de dólares

|                 | AÑO 01 | % ACT  | % DETERIORO | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|--------|--------|-------------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |        |        |             |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|                 | A      | 7.69   | 6.92        | 6.92   | 92.50      | 6.40      | 19.44   |
|                 | B      | 3.85   | 0.77        | 3.85   | 77.50      | 2.98      | 1800.00 |
|                 | C      | 7.69   | 0.77        | 4.62   | 62.50      | 2.88      | 30.24   |
|                 | D      | 30.77  |             | 25.38  | 32.50      | 8.25      | 237.60  |
|                 | E      | 26.92  |             | 30.77  | 25.00      | 7.69      | 691.20  |
|                 | F      | 23.08  |             | 28.46  | 25.00      | 7.12      | 852.48  |
|                 |        | 100.00 |             | 100.00 |            | 35.33     | 3630.96 |
| % ASIGNADO      |        | 5.00   |             |        |            |           |         |
| % CAR US\$      |        | 92.45  |             |        |            |           |         |
| %AREA REPARABLE |        | 3.09%  |             |        |            |           |         |

| AÑO 02 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 10.01  | 9.01        |      |      |       |       |       | 9.01   | 92.50      | 8.33      | 25.30   |
| B      | 3.85   | 1.00        | 3.08 |      |       |       |       | 4.08   | 77.50      | 3.16      | 19.08   |
| C      | 4.62   |             | 0.77 | 2.31 |       |       |       | 3.08   | 62.50      | 1.92      | 20.16   |
| D      | 25.38  |             |      | 2.31 | 17.77 |       |       | 20.08  | 32.50      | 6.53      | 187.92  |
| E      | 30.77  |             |      |      | 7.62  | 24.62 |       | 32.23  | 25.00      | 8.06      | 724.03  |
| F      | 25.38  |             |      |      |       | 6.15  | 25.38 | 31.53  | 25.00      | 7.88      | 944.35  |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 35.88     | 1920.84 |

\*En miles de dólares

|                 | AÑO 02 | % ACT  | % DETERIORO | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|--------|--------|-------------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |        |        |             |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|                 | A      | 10.01  | 9.01        | 9.01   | 92.50      | 8.33      | 25.30   |
|                 | B      | 3.85   | 1.00        | 4.08   | 77.50      | 3.16      | 19.08   |
|                 | C      | 4.62   | 0.77        | 3.08   | 62.50      | 1.92      | 20.16   |
|                 | D      | 25.38  |             | 20.08  | 32.50      | 6.53      | 187.92  |
|                 | E      | 30.77  |             | 32.23  | 25.00      | 8.06      | 724.03  |
|                 | F      | 25.38  |             | 31.53  | 25.00      | 7.88      | 944.35  |
|                 |        | 100.00 |             | 100.00 |            | 35.88     | 1920.84 |
| % ASIGNADO      |        | 5.00   |             |        |            |           |         |
| % CAR US\$      |        | 92.45  |             |        |            |           |         |
| %AREA REPARABLE |        | 3.09%  |             |        |            |           |         |



| AÑO 03 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 12.10  | 10.89       |      |      |       |       |       | 10.89  | 92.50      | 10.07     | 30.57   |
| B      | 4.08   | 1.21        | 3.26 |      |       |       |       | 4.47   | 77.50      | 3.47      | 20.93   |
| C      | 3.08   |             | 0.82 | 1.54 |       |       |       | 2.35   | 62.50      | 1.47      | 15.42   |
| D      | 20.08  |             |      | 1.54 | 14.05 |       |       | 15.59  | 32.50      | 5.07      | 145.94  |
| E      | 32.23  |             |      |      | 6.02  | 25.78 |       | 31.81  | 25.00      | 7.95      | 714.53  |
| F      | 28.44  |             |      |      |       | 6.45  | 28.44 | 34.89  | 25.00      | 8.72      | 1044.98 |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 36.75     | 1972.37 |

\*En miles de dólares

|  | % ASIGNADO | % CAR US\$ | %AREA REPARABLE | AÑO 03 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--|------------|------------|-----------------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|  |            |            |                 |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|  | 5.00       | 92.45      | 3.09%           | A      | 10.89  | 13.97  | 92.50      | 12.92     | 39.23   |
|  |            |            |                 | B      | 4.47   | 4.47   | 77.50      | 3.47      | 20.93   |
|  |            |            |                 | C      | 2.35   | 2.35   | 62.50      | 1.47      | 15.42   |
|  |            |            |                 | D      | 15.59  | 15.59  | 32.50      | 5.07      | 145.94  |
|  |            |            |                 | E      | 31.81  | 31.81  | 25.00      | 7.95      | 714.53  |
|  |            |            |                 | F      | 34.89  | 31.80  | 25.00      | 7.95      | 952.53  |
|  |            |            |                 |        | 100.00 | 100.00 |            | 38.83     | 1888.59 |

| AÑO 04 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |       |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D     | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 13.97  | 12.57       |      |      |       |       |       | 12.57  | 92.50      | 11.63     | 35.31   |
| B      | 4.47   | 1.40        | 3.58 |      |       |       |       | 4.97   | 77.50      | 3.86      | 23.28   |
| C      | 2.35   |             | 0.89 | 1.18 |       |       |       | 2.07   | 62.50      | 1.29      | 13.57   |
| D      | 15.59  |             |      | 1.18 | 10.91 |       |       | 12.09  | 32.50      | 3.93      | 113.18  |
| E      | 31.81  |             |      |      | 4.68  | 25.45 |       | 30.12  | 25.00      | 7.53      | 676.70  |
| F      | 31.80  |             |      |      |       | 6.36  | 31.80 | 38.16  | 25.00      | 9.54      | 1143.07 |
|        | 100.00 |             |      |      |       |       |       | 100.00 |            | 37.78     | 2005.12 |

\*En miles de dólares

|  | % ASIGNADO | % CAR US\$ | %AREA REPARABLE | AÑO 04 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--|------------|------------|-----------------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|  |            |            |                 |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|  | 5.00       | 92.45      | 3.09%           | A      | 12.57  | 15.66  | 92.50      | 14.49     | 43.98   |
|  |            |            |                 | B      | 4.97   | 4.97   | 77.50      | 3.86      | 23.28   |
|  |            |            |                 | C      | 2.07   | 2.07   | 62.50      | 1.29      | 13.57   |
|  |            |            |                 | D      | 12.09  | 12.09  | 32.50      | 3.93      | 113.18  |
|  |            |            |                 | E      | 30.12  | 30.12  | 25.00      | 7.53      | 676.70  |
|  |            |            |                 | F      | 38.16  | 35.08  | 25.00      | 8.77      | 1050.62 |
|  |            |            |                 |        | 100.00 | 100.00 |            | 39.87     | 1921.33 |

| AÑO 05 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 15.66  | 14.10       |      |      |      |       |       | 14.10  | 92.50      | 13.04     | 39.58   |
| B      | 4.97   | 1.57        | 3.98 |      |      |       |       | 5.55   | 77.50      | 4.30      | 25.95   |
| C      | 2.07   |             | 0.99 | 1.04 |      |       |       | 2.03   | 62.50      | 1.27      | 13.30   |
| D      | 12.09  |             |      | 1.04 | 8.46 |       |       | 9.50   | 32.50      | 3.09      | 88.92   |
| E      | 30.12  |             |      |      | 3.63 | 24.10 |       | 27.73  | 25.00      | 6.93      | 622.85  |
| F      | 35.08  |             |      |      |      | 6.02  | 35.08 | 41.10  | 25.00      | 10.28     | 1231.08 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 38.90     | 2021.69 |

\*En miles de dólares

|  | % ASIGNADO | % CAR US\$ | %AREA REPARABLE | AÑO 05 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--|------------|------------|-----------------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|  |            |            |                 |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|  | 5.00       | 92.45      | 3.09%           | A      | 14.10  | 17.18  | 92.50      | 15.89     | 48.25   |
|  |            |            |                 | B      | 5.55   | 5.55   | 77.50      | 4.30      | 25.95   |
|  |            |            |                 | C      | 2.03   | 2.03   | 62.50      | 1.27      | 13.30   |
|  |            |            |                 | D      | 9.50   | 9.50   | 32.50      | 3.09      | 88.92   |
|  |            |            |                 | E      | 27.73  | 27.73  | 25.00      | 6.93      | 622.85  |
|  |            |            |                 | F      | 41.10  | 38.02  | 25.00      | 9.50      | 1138.63 |
|  |            |            |                 |        | 100.00 | 100.00 |            | 40.98     | 1937.90 |



| AÑO 06 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 17.18  | 15.46       |      |      |      |       |       | 15.46  | 92.50      | 14.30     | 43.42   |
| B      | 5.55   | 1.72        | 4.44 |      |      |       |       | 6.15   | 77.50      | 4.77      | 28.80   |
| C      | 2.03   |             | 1.11 | 1.02 |      |       |       | 2.12   | 62.50      | 1.33      | 13.92   |
| D      | 9.50   |             |      | 1.02 | 6.65 |       |       | 7.67   | 32.50      | 2.49      | 71.75   |
| E      | 27.73  |             |      |      | 2.85 | 22.18 |       | 25.03  | 25.00      | 6.26      | 562.30  |
| F      | 38.02  |             |      |      |      | 5.55  | 38.02 | 43.56  | 25.00      | 10.89     | 1304.72 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 40.04     | 2024.92 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 06 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 15.46  | 18.55  | 92.50      | 17.16     | 52.09   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 6.15   | 6.15   | 77.50      | 4.77      | 28.80   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 2.12   | 2.12   | 62.50      | 1.33      | 13.92   |
|                 |       | D      | 7.67   | 7.67   | 32.50      | 2.49      | 71.75   |
|                 |       | E      | 25.03  | 25.03  | 25.00      | 6.26      | 562.30  |
|                 |       | F      | 43.56  | 40.47  | 25.00      | 10.12     | 1212.28 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 42.12     | 1941.14 |

| AÑO 07 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 18.55  | 16.70       |      |      |      |       |       | 16.70  | 92.50      | 15.44     | 46.88   |
| B      | 6.15   | 1.86        | 4.92 |      |      |       |       | 6.78   | 77.50      | 5.25      | 31.73   |
| C      | 2.12   |             | 1.23 | 1.06 |      |       |       | 2.29   | 62.50      | 1.43      | 15.03   |
| D      | 7.67   |             |      | 1.06 | 5.37 |       |       | 6.43   | 32.50      | 2.09      | 60.17   |
| E      | 25.03  |             |      |      | 2.30 | 20.02 |       | 22.32  | 25.00      | 5.58      | 501.50  |
| F      | 40.47  |             |      |      |      | 5.01  | 40.47 | 45.48  | 25.00      | 11.37     | 1362.22 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 41.17     | 2017.52 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 07 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 16.70  | 19.78  | 92.50      | 18.30     | 55.55   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 6.78   | 6.78   | 77.50      | 5.25      | 31.73   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 2.29   | 2.29   | 62.50      | 1.43      | 15.03   |
|                 |       | D      | 6.43   | 6.43   | 32.50      | 2.09      | 60.17   |
|                 |       | E      | 22.32  | 22.32  | 25.00      | 5.58      | 501.50  |
|                 |       | F      | 45.48  | 42.39  | 25.00      | 10.60     | 1269.77 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 43.25     | 1933.74 |

| AÑO 08 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 19.78  | 17.80       |      |      |      |       |       | 17.80  | 92.50      | 16.47     | 49.99   |
| B      | 6.78   | 1.98        | 5.42 |      |      |       |       | 7.40   | 77.50      | 5.74      | 34.64   |
| C      | 2.29   |             | 1.36 | 1.15 |      |       |       | 2.50   | 62.50      | 1.56      | 16.40   |
| D      | 6.43   |             |      | 1.15 | 4.50 |       |       | 5.65   | 32.50      | 1.83      | 52.85   |
| E      | 22.32  |             |      |      | 1.93 | 17.86 |       | 19.79  | 25.00      | 4.95      | 444.52  |
| F      | 42.39  |             |      |      |      | 4.46  | 42.39 | 46.86  | 25.00      | 11.71     | 1403.51 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 42.26     | 2001.90 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 08 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 17.80  | 20.89  | 92.50      | 19.32     | 58.66   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 7.40   | 7.40   | 77.50      | 5.74      | 34.64   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 2.50   | 2.50   | 62.50      | 1.56      | 16.40   |
|                 |       | D      | 5.65   | 5.65   | 32.50      | 1.83      | 52.85   |
|                 |       | E      | 19.79  | 19.79  | 25.00      | 4.95      | 444.52  |
|                 |       | F      | 46.86  | 43.77  | 25.00      | 10.94     | 1311.06 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 44.35     | 1918.12 |



| AÑO 09 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 20.89  | 18.80       |      |      |      |       |       | 18.80  | 92.50      | 17.39     | 52.79   |
| B      | 7.40   | 2.09        | 5.92 |      |      |       |       | 8.01   | 77.50      | 6.21      | 37.49   |
| C      | 2.50   |             | 1.48 | 1.25 |      |       |       | 2.73   | 62.50      | 1.71      | 17.90   |
| D      | 5.65   |             |      | 1.25 | 3.95 |       |       | 5.20   | 32.50      | 1.69      | 48.70   |
| E      | 19.79  |             |      |      | 1.69 | 15.83 |       | 17.52  | 25.00      | 4.38      | 393.66  |
| F      | 43.77  |             |      |      |      | 3.96  | 43.77 | 47.73  | 25.00      | 11.93     | 1429.60 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 43.31     | 1980.14 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 09 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 18.80  | 21.89  | 92.50      | 20.25     | 61.46   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 8.01   | 8.01   | 77.50      | 6.21      | 37.49   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 2.73   | 2.73   | 62.50      | 1.71      | 17.90   |
|                 |       | D      | 5.20   | 5.20   | 32.50      | 1.69      | 48.70   |
|                 |       | E      | 17.52  | 17.52  | 25.00      | 4.38      | 393.66  |
|                 |       | F      | 47.73  | 44.64  | 25.00      | 11.16     | 1337.15 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 45.39     | 1896.36 |

| AÑO 10 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 21.89  | 19.70       |      |      |      |       |       | 19.70  | 92.50      | 18.22     | 55.31   |
| B      | 8.01   | 2.19        | 6.41 |      |      |       |       | 8.60   | 77.50      | 6.66      | 40.23   |
| C      | 2.73   |             | 1.60 | 1.37 |      |       |       | 2.97   | 62.50      | 1.85      | 19.44   |
| D      | 5.20   |             |      | 1.37 | 3.64 |       |       | 5.01   | 32.50      | 1.63      | 46.88   |
| E      | 17.52  |             |      |      | 1.56 | 14.02 |       | 15.58  | 25.00      | 3.90      | 350.00  |
| F      | 44.64  |             |      |      |      | 3.50  | 44.64 | 48.15  | 25.00      | 12.04     | 1442.13 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 44.30     | 1953.99 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 10 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 19.70  | 22.79  | 92.50      | 21.08     | 63.98   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 8.60   | 8.60   | 77.50      | 6.66      | 40.23   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 2.97   | 2.97   | 62.50      | 1.85      | 19.44   |
|                 |       | D      | 5.01   | 5.01   | 32.50      | 1.63      | 46.88   |
|                 |       | E      | 15.58  | 15.58  | 25.00      | 3.90      | 350.00  |
|                 |       | F      | 48.15  | 45.06  | 25.00      | 11.27     | 1349.68 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 46.38     | 1870.21 |

| AÑO 11 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 22.79  | 20.51       |      |      |      |       |       | 20.51  | 92.50      | 18.97     | 57.58   |
| B      | 8.60   | 2.28        | 6.88 |      |      |       |       | 9.16   | 77.50      | 7.10      | 42.85   |
| C      | 2.97   |             | 1.72 | 1.48 |      |       |       | 3.20   | 62.50      | 2.00      | 20.99   |
| D      | 5.01   |             |      | 1.48 | 3.51 |       |       | 4.99   | 32.50      | 1.62      | 46.70   |
| E      | 15.58  |             |      |      | 1.50 | 12.46 |       | 13.97  | 25.00      | 3.49      | 313.75  |
| F      | 45.06  |             |      |      |      | 3.12  | 45.06 | 48.18  | 25.00      | 12.04     | 1443.01 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 45.22     | 1924.89 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 11 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 20.51  | 23.59  | 92.50      | 21.82     | 66.25   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 9.16   | 9.16   | 77.50      | 7.10      | 42.85   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 3.20   | 3.20   | 62.50      | 2.00      | 20.99   |
|                 |       | D      | 4.99   | 4.99   | 32.50      | 1.62      | 46.70   |
|                 |       | E      | 13.97  | 13.97  | 25.00      | 3.49      | 313.75  |
|                 |       | F      | 48.18  | 45.09  | 25.00      | 11.27     | 1350.56 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 47.31     | 1841.10 |



| AÑO 12 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 23.59  | 21.23       |      |      |      |       |       | 21.23  | 92.50      | 19.64     | 59.63   |
| B      | 9.16   | 2.36        | 7.32 |      |      |       |       | 9.68   | 77.50      | 7.51      | 45.32   |
| C      | 3.20   |             | 1.83 | 1.60 |      |       |       | 3.43   | 62.50      | 2.15      | 22.49   |
| D      | 4.99   |             |      | 1.60 | 3.49 |       |       | 5.09   | 32.50      | 1.66      | 47.68   |
| E      | 13.97  |             |      |      | 1.50 | 11.17 |       | 12.67  | 25.00      | 3.17      | 284.63  |
| F      | 45.09  |             |      |      |      | 2.79  | 45.09 | 47.88  | 25.00      | 11.97     | 1434.23 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 46.09     | 1893.98 |

\*En miles de dólares

|                 |   | AÑO 12 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|---|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |   |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|                 | A | 21.23  | 21.23  | 24.32  | 92.50      | 22.50     | 68.29   |
|                 | B | 2.36   | 9.68   | 9.68   | 77.50      | 7.51      | 45.32   |
|                 | C | 1.83   | 3.43   | 3.43   | 62.50      | 2.15      | 22.49   |
|                 | D | 3.49   | 5.09   | 5.09   | 32.50      | 1.66      | 47.68   |
|                 | E | 1.50   | 12.67  | 12.67  | 25.00      | 3.17      | 284.63  |
|                 | F | 2.79   | 47.88  | 44.80  | 25.00      | 11.20     | 1341.78 |
|                 |   |        | 100.00 | 100.00 |            | 48.17     | 1810.20 |
| % ASIGNADO      |   | 5.00   |        |        |            |           |         |
| % CAR US\$      |   | 92.45  |        |        |            |           |         |
| %AREA REPARABLE |   | 3.09%  |        |        |            |           |         |

| AÑO 13 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |       |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E     | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 24.32  | 21.89       |      |      |      |       |       | 21.89  | 92.50      | 20.25     | 61.46   |
| B      | 9.68   | 2.43        | 7.75 |      |      |       |       | 10.18  | 77.50      | 7.89      | 47.64   |
| C      | 3.43   |             | 1.94 | 1.72 |      |       |       | 3.65   | 62.50      | 2.28      | 23.94   |
| D      | 5.09   |             |      | 1.72 | 3.57 |       |       | 5.28   | 32.50      | 1.72      | 49.44   |
| E      | 12.67  |             |      |      | 1.53 | 10.14 |       | 11.66  | 25.00      | 2.92      | 262.03  |
| F      | 44.80  |             |      |      |      | 2.53  | 44.80 | 47.33  | 25.00      | 11.83     | 1417.68 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |       |       | 100.00 |            | 46.89     | 1862.20 |

\*En miles de dólares

|                 |   | AÑO 13 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|---|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |   |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|                 | A | 21.89  | 21.89  | 24.98  | 92.50      | 23.10     | 70.13   |
|                 | B | 2.43   | 10.18  | 10.18  | 77.50      | 7.89      | 47.64   |
|                 | C | 1.94   | 3.65   | 3.65   | 62.50      | 2.28      | 23.94   |
|                 | D | 3.57   | 5.28   | 5.28   | 32.50      | 1.72      | 49.44   |
|                 | E | 1.53   | 11.66  | 11.66  | 25.00      | 2.92      | 262.03  |
|                 | F | 2.53   | 47.33  | 44.25  | 25.00      | 11.06     | 1325.23 |
|                 |   |        | 100.00 | 100.00 |            | 48.97     | 1778.42 |
| % ASIGNADO      |   | 5.00   |        |        |            |           |         |
| % CAR US\$      |   | 92.45  |        |        |            |           |         |
| %AREA REPARABLE |   | 3.09%  |        |        |            |           |         |

| AÑO 14 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 24.98  | 22.48       |      |      |      |      |       | 22.48  | 92.50      | 20.79     | 63.12   |
| B      | 10.18  | 2.50        | 8.14 |      |      |      |       | 10.64  | 77.50      | 8.25      | 49.80   |
| C      | 3.65   |             | 2.04 | 1.83 |      |      |       | 3.86   | 62.50      | 2.41      | 25.31   |
| D      | 5.28   |             |      | 1.83 | 3.70 |      |       | 5.52   | 32.50      | 1.80      | 51.71   |
| E      | 11.66  |             |      |      | 1.58 | 9.33 |       | 10.92  | 25.00      | 2.73      | 245.23  |
| F      | 44.25  |             |      |      |      | 2.33 | 44.25 | 46.58  | 25.00      | 11.64     | 1395.11 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 47.62     | 1830.27 |

\*En miles de dólares

|                 |   | AÑO 14 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|---|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |   |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|                 | A | 22.48  | 22.48  | 25.56  | 92.50      | 23.65     | 71.78   |
|                 | B | 2.50   | 10.64  | 10.64  | 77.50      | 8.25      | 49.80   |
|                 | C | 2.04   | 3.86   | 3.86   | 62.50      | 2.41      | 25.31   |
|                 | D | 3.70   | 5.52   | 5.52   | 32.50      | 1.80      | 51.71   |
|                 | E | 1.58   | 10.92  | 10.92  | 25.00      | 2.73      | 245.23  |
|                 | F | 2.33   | 46.58  | 43.49  | 25.00      | 10.87     | 1302.66 |
|                 |   |        | 100.00 | 100.00 |            | 49.71     | 1746.49 |
| % ASIGNADO      |   | 5.00   |        |        |            |           |         |
| % CAR US\$      |   | 92.45  |        |        |            |           |         |
| %AREA REPARABLE |   | 3.09%  |        |        |            |           |         |



| AÑO 15 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 25.56  | 23.01       |      |      |      |      |       | 23.01  | 92.50      | 21.28     | 64.61   |
| B      | 10.64  | 2.56        | 8.51 |      |      |      |       | 11.07  | 77.50      | 8.58      | 51.80   |
| C      | 3.86   |             | 2.13 | 1.93 |      |      |       | 4.06   | 62.50      | 2.54      | 26.60   |
| D      | 5.52   |             |      | 1.93 | 3.87 |      |       | 5.80   | 32.50      | 1.88      | 54.27   |
| E      | 10.92  |             |      |      | 1.66 | 8.73 |       | 10.39  | 25.00      | 2.60      | 233.41  |
| F      | 43.49  |             |      |      |      | 2.18 | 43.49 | 45.67  | 25.00      | 11.42     | 1368.05 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 48.30     | 1798.74 |

\*En miles de dólares

|  | % ASIGNADO | % CAR US\$ | % AREA REPARABLE | AÑO 15 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--|------------|------------|------------------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|  |            |            |                  |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|  | 5.00       | 92.45      | 3.09%            | A      | 23.01  | 26.09  | 92.50      | 24.14     | 73.27   |
|  |            |            |                  | B      | 11.07  | 11.07  | 77.50      | 8.58      | 51.80   |
|  |            |            |                  | C      | 4.06   | 4.06   | 62.50      | 2.54      | 26.60   |
|  |            |            |                  | D      | 5.80   | 5.80   | 32.50      | 1.88      | 54.27   |
|  |            |            |                  | E      | 10.39  | 10.39  | 25.00      | 2.60      | 233.41  |
|  |            |            |                  | F      | 45.67  | 42.59  | 25.00      | 10.65     | 1275.61 |
|  |            |            |                  |        | 100.00 | 100.00 |            | 50.38     | 1714.96 |

| AÑO 16 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 26.09  | 23.48       |      |      |      |      |       | 23.48  | 92.50      | 21.72     | 65.95   |
| B      | 11.07  | 2.61        | 8.86 |      |      |      |       | 11.46  | 77.50      | 8.89      | 53.66   |
| C      | 4.06   |             | 2.21 | 2.03 |      |      |       | 4.24   | 62.50      | 2.65      | 27.80   |
| D      | 5.80   |             |      | 2.03 | 4.06 |      |       | 6.09   | 32.50      | 1.98      | 56.99   |
| E      | 10.39  |             |      |      | 1.74 | 8.31 |       | 10.05  | 25.00      | 2.51      | 225.80  |
| F      | 42.59  |             |      |      |      | 2.08 | 42.59 | 44.67  | 25.00      | 11.17     | 1337.85 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 48.92     | 1768.05 |

\*En miles de dólares

|  | % ASIGNADO | % CAR US\$ | % AREA REPARABLE | AÑO 16 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--|------------|------------|------------------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|  |            |            |                  |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|  | 5.00       | 92.45      | 3.09%            | A      | 23.48  | 26.57  | 92.50      | 24.58     | 74.61   |
|  |            |            |                  | B      | 11.46  | 11.46  | 77.50      | 8.89      | 53.66   |
|  |            |            |                  | C      | 4.24   | 4.24   | 62.50      | 2.65      | 27.80   |
|  |            |            |                  | D      | 6.09   | 6.09   | 32.50      | 1.98      | 56.99   |
|  |            |            |                  | E      | 10.05  | 10.05  | 25.00      | 2.51      | 225.80  |
|  |            |            |                  | F      | 44.67  | 41.58  | 25.00      | 10.39     | 1245.40 |
|  |            |            |                  |        | 100.00 | 100.00 |            | 51.00     | 1684.27 |

| AÑO 17 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 26.57  | 23.91       |      |      |      |      |       | 23.91  | 92.50      | 22.12     | 67.15   |
| B      | 11.46  | 2.66        | 9.17 |      |      |      |       | 11.83  | 77.50      | 9.17      | 55.36   |
| C      | 4.24   |             | 2.29 | 2.12 |      |      |       | 4.41   | 62.50      | 2.76      | 28.93   |
| D      | 6.09   |             |      | 2.12 | 4.26 |      |       | 6.38   | 32.50      | 2.07      | 59.75   |
| E      | 10.05  |             |      |      | 1.83 | 8.04 |       | 9.87   | 25.00      | 2.47      | 221.67  |
| F      | 41.58  |             |      |      |      | 2.01 | 41.58 | 43.59  | 25.00      | 10.90     | 1305.62 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 49.49     | 1738.48 |

\*En miles de dólares

|  | % ASIGNADO | % CAR US\$ | % AREA REPARABLE | AÑO 17 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--|------------|------------|------------------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|  |            |            |                  |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
|  | 5.00       | 92.45      | 3.09%            | A      | 23.91  | 27.00  | 92.50      | 24.98     | 75.82   |
|  |            |            |                  | B      | 11.83  | 11.83  | 77.50      | 9.17      | 55.36   |
|  |            |            |                  | C      | 4.41   | 4.41   | 62.50      | 2.76      | 28.93   |
|  |            |            |                  | D      | 6.38   | 6.38   | 32.50      | 2.07      | 59.75   |
|  |            |            |                  | E      | 9.87   | 9.87   | 25.00      | 2.47      | 221.67  |
|  |            |            |                  | F      | 43.59  | 40.50  | 25.00      | 10.13     | 1213.17 |
|  |            |            |                  |        | 100.00 | 100.00 |            | 51.57     | 1654.70 |





| AÑO 18 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 27.00  | 24.30       |      |      |      |      |       | 24.30  | 92.50      | 22.48     | 68.24   |
| B      | 11.83  | 2.70        | 9.46 |      |      |      |       | 12.16  | 77.50      | 9.43      | 56.92   |
| C      | 4.41   |             | 2.37 | 2.21 |      |      |       | 4.57   | 62.50      | 2.86      | 29.96   |
| D      | 6.38   |             |      | 2.21 | 4.47 |      |       | 6.68   | 32.50      | 2.17      | 62.49   |
| E      | 9.87   |             |      |      | 1.92 | 7.89 |       | 9.81   | 25.00      | 2.45      | 220.36  |
| F      | 40.50  |             |      |      |      | 1.97 | 40.50 | 42.48  | 25.00      | 10.62     | 1272.28 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 50.00     | 1710.25 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 18 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 24.30  | 27.39  | 92.50      | 25.33     | 76.90   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 12.16  | 12.16  | 77.50      | 9.43      | 56.92   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 4.57   | 4.57   | 62.50      | 2.86      | 29.96   |
|                 |       | D      | 6.68   | 6.68   | 32.50      | 2.17      | 62.49   |
|                 |       | E      | 9.81   | 9.81   | 25.00      | 2.45      | 220.36  |
|                 |       | F      | 42.48  | 39.39  | 25.00      | 9.85      | 1179.83 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 52.09     | 1626.47 |

| AÑO 19 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 27.39  | 24.65       |      |      |      |      |       | 24.65  | 92.50      | 22.80     | 69.21   |
| B      | 12.16  | 2.74        | 9.73 |      |      |      |       | 12.47  | 77.50      | 9.66      | 58.36   |
| C      | 4.57   |             | 2.43 | 2.29 |      |      |       | 4.72   | 62.50      | 2.95      | 30.92   |
| D      | 6.68   |             |      | 2.29 | 4.67 |      |       | 6.96   | 32.50      | 2.26      | 65.14   |
| E      | 9.81   |             |      |      | 2.00 | 7.85 |       | 9.85   | 25.00      | 2.46      | 221.28  |
| F      | 39.39  |             |      |      |      | 1.96 | 39.39 | 41.35  | 25.00      | 10.34     | 1238.60 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 50.48     | 1683.51 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 19 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 24.65  | 27.74  | 92.50      | 25.65     | 77.88   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 12.47  | 12.47  | 77.50      | 9.66      | 58.36   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 4.72   | 4.72   | 62.50      | 2.95      | 30.92   |
|                 |       | D      | 6.96   | 6.96   | 32.50      | 2.26      | 65.14   |
|                 |       | E      | 9.85   | 9.85   | 25.00      | 2.46      | 221.28  |
|                 |       | F      | 41.35  | 38.27  | 25.00      | 9.57      | 1146.15 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 52.56     | 1599.73 |

| AÑO 20 | % ACT  | % DETERIORO |      |      |      |      |       | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|--------|--------|-------------|------|------|------|------|-------|--------|------------|-----------|---------|
|        |        | A           | B    | C    | D    | E    | F     |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| A      | 27.74  | 24.96       |      |      |      |      |       | 24.96  | 92.50      | 23.09     | 70.09   |
| B      | 12.47  | 2.77        | 9.98 |      |      |      |       | 12.75  | 77.50      | 9.88      | 59.67   |
| C      | 4.72   |             | 2.49 | 2.36 |      |      |       | 4.85   | 62.50      | 3.03      | 31.80   |
| D      | 6.96   |             |      | 2.36 | 4.87 |      |       | 7.23   | 32.50      | 2.35      | 67.69   |
| E      | 9.85   |             |      |      | 2.09 | 7.88 |       | 9.97   | 25.00      | 2.49      | 223.93  |
| F      | 38.27  |             |      |      |      | 1.97 | 38.27 | 40.24  | 25.00      | 10.06     | 1205.16 |
|        | 100.00 |             |      |      |      |      |       | 100.00 |            | 50.90     | 1658.33 |

\*En miles de dólares

|                 |       | AÑO 20 | % FUT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    |
|-----------------|-------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
|                 |       |        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         |
| % ASIGNADO      | 5.00  | A      | 24.96  | 28.05  | 92.50      | 25.94     | 78.76   |
| % CAR US\$      | 92.45 | B      | 12.75  | 12.75  | 77.50      | 9.88      | 59.67   |
| %AREA REPARABLE | 3.09% | C      | 4.85   | 4.85   | 62.50      | 3.03      | 31.80   |
|                 |       | D      | 7.23   | 7.23   | 32.50      | 2.35      | 67.69   |
|                 |       | E      | 9.97   | 9.97   | 25.00      | 2.49      | 223.93  |
|                 |       | F      | 40.24  | 37.15  | 25.00      | 9.29      | 1112.71 |
|                 |       |        | 100.00 | 100.00 |            | 52.99     | 1574.55 |

A continuación, se colocará un cuadro resumen de los resultados obtenidos en este segundo modelo de proyección aplicando el sistema de gestión de pavimentos tradicional en 20 años.

Tabla 37  
Resumen de resultados, aplicando sistema de gestión de pavimentos tradicional.

| AÑO | CONDICION DEL PAVIMENTO |       |      |       |       |       | PCI PROMEDIO | *CAR VALOR FUTURO |
|-----|-------------------------|-------|------|-------|-------|-------|--------------|-------------------|
|     | A                       | B     | C    | D     | E     | F     |              |                   |
| 1   | 10.01                   | 3.85  | 4.62 | 25.38 | 30.77 | 25.38 | 37.41        | 2827.18           |
| 2   | 12.10                   | 4.08  | 3.08 | 20.08 | 32.23 | 28.44 | 37.96        | 1837.06           |
| 3   | 13.97                   | 4.47  | 2.35 | 15.59 | 31.81 | 31.80 | 38.83        | 1888.59           |
| 4   | 15.66                   | 4.97  | 2.07 | 12.09 | 30.12 | 35.08 | 39.87        | 1921.33           |
| 5   | 17.18                   | 5.55  | 2.03 | 9.50  | 27.73 | 38.02 | 40.98        | 1937.90           |
| 6   | 18.55                   | 6.15  | 2.12 | 7.67  | 25.03 | 40.47 | 42.12        | 1941.14           |
| 7   | 19.78                   | 6.78  | 2.29 | 6.43  | 22.32 | 42.39 | 43.25        | 1933.74           |
| 8   | 20.89                   | 7.40  | 2.50 | 5.65  | 19.79 | 43.77 | 44.35        | 1918.12           |
| 9   | 21.89                   | 8.01  | 2.73 | 5.20  | 17.52 | 44.64 | 45.39        | 1896.36           |
| 10  | 22.79                   | 8.60  | 2.97 | 5.01  | 15.58 | 45.06 | 46.38        | 1870.21           |
| 11  | 23.59                   | 9.16  | 3.20 | 4.99  | 13.97 | 45.09 | 47.31        | 1841.10           |
| 12  | 24.32                   | 9.68  | 3.43 | 5.09  | 12.67 | 44.80 | 48.17        | 1810.20           |
| 13  | 24.98                   | 10.18 | 3.65 | 5.28  | 11.66 | 44.25 | 48.97        | 1778.42           |
| 14  | 25.56                   | 10.64 | 3.86 | 5.52  | 10.92 | 43.49 | 49.71        | 1746.49           |
| 15  | 26.09                   | 11.07 | 4.06 | 5.80  | 10.39 | 42.59 | 50.38        | 1714.96           |
| 16  | 26.57                   | 11.46 | 4.24 | 6.09  | 10.05 | 41.58 | 51.00        | 1684.27           |
| 17  | 27.00                   | 11.83 | 4.41 | 6.38  | 9.87  | 40.50 | 51.57        | 1654.70           |
| 18  | 27.39                   | 12.16 | 4.57 | 6.68  | 9.81  | 39.39 | 52.09        | 1626.47           |
| 19  | 27.74                   | 12.47 | 4.72 | 6.96  | 9.85  | 38.27 | 52.56        | 1599.73           |
| 20  | 28.05                   | 12.75 | 4.85 | 7.23  | 9.97  | 37.15 | 52.99        | 1574.55           |

\*En miles de dólares. Fuente: Propia.

En la siguiente figura, se muestra el mejoramiento del PCI con respecto a los años evaluados, pero es un crecimiento lento.

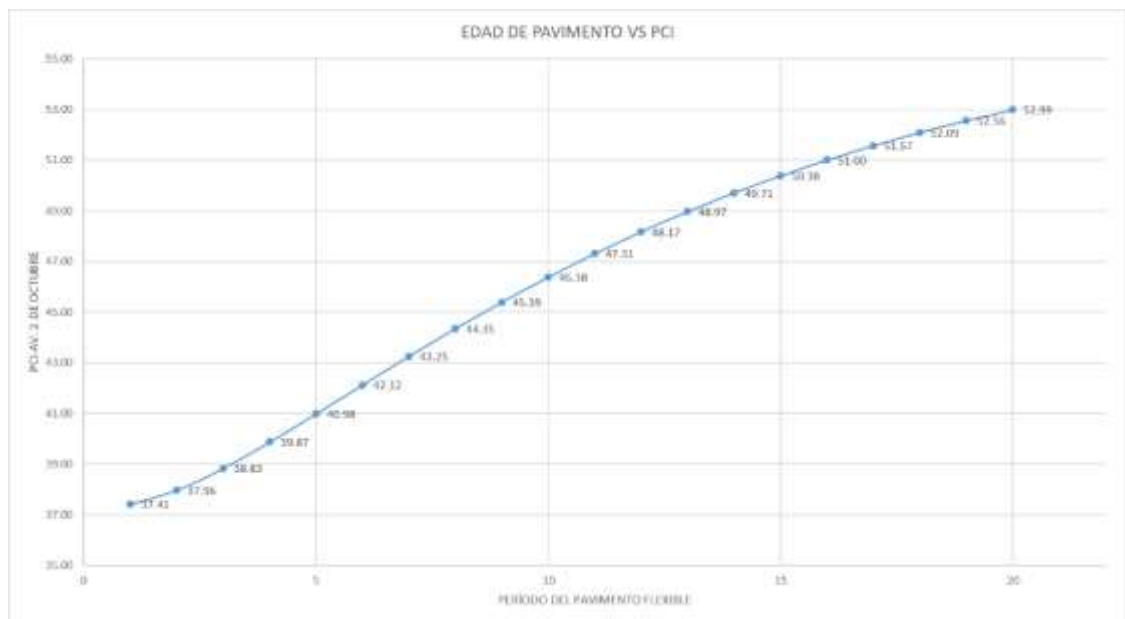


Figura 9. Mejoramiento lento del PCI aplicando Sistema de gestión de Pavimentos tradicional. Fuente: Propia.

En la siguiente figura, se muestra el efecto sobre el CAR donde se visualiza un decrecimiento. La variación porcentual entre en CAR del primer año y el último es de 79.6%. En cuanto la diferencia de los montos entre el primer y el último año de análisis es US\$ 1252.63.

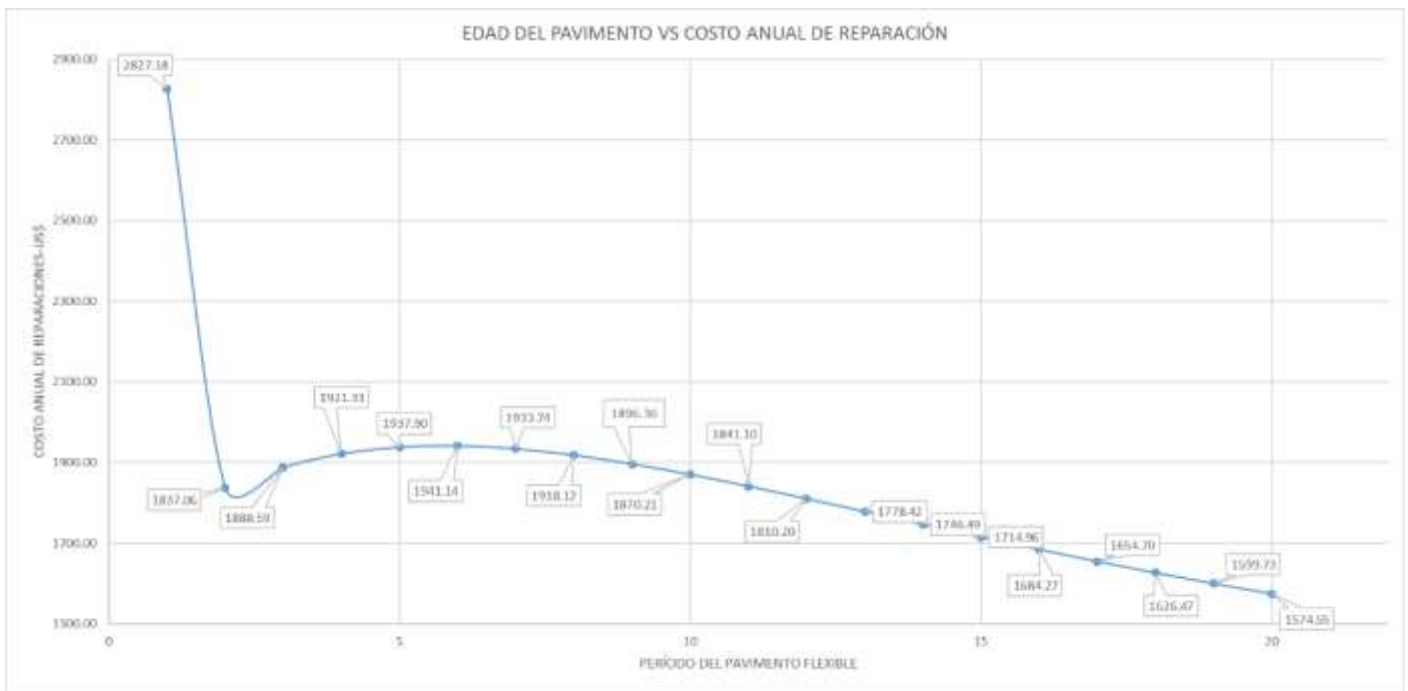


Figura 10. Desarrollo del CAR del pavimento aplicando Sistema de gestión de Pavimentos tradicional.  
Fuente: Propia.

El último modelo a evaluar es el sistema gestión de pavimentos preventivo donde se seguirá la secuencia de importancia de la figura 4. A diferencia del modelo anterior donde el 5% CAR solo es suficiente intervenir en 3.09% del área total de vía, en el sistema preventivo el área a intervenir es variable ya que se adecúa al tipo de pavimento a intervenir. Recordar que el sistema preventivo se enfoca en repartir el 50% de los fondos en las condiciones B y la otra mitad en las condiciones F. Si no existen pavimentos en condición B, las inversiones se enfocan en las condiciones D. Y si fuera el caso de no encontrar condiciones D, la inversión pasa a las zonas en condiciones F.

| AÑO 01 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 7.69   | 6.92   | 92.50      | 6.40      | 6.95    |             |               |             |            |              |             |              |              | 20.07%  | 26.99           | 24.96     |
| B      | 3.85   | 3.85   | 77.50      | 2.98      | 643.08  | 1848.96     | 27.65%        | 23.80       | 39793.23   |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| C      | 7.69   | 4.62   | 62.50      | 2.88      | 10.80   |             |               |             |            |              |             |              |              | 4.62    | 4.62            | 2.88      |
| D      | 30.77  | 25.38  | 32.50      | 8.25      | 84.89   | 924.48      | 13.82%        |             |            | 11.90%       | 0.00        | 0.00         |              | 13.48   | 13.48           | 4.38      |
| E      | 26.92  | 30.77  | 25.00      | 7.69      | 246.94  |             |               |             |            |              |             |              |              | 30.77   | 30.77           | 7.69      |
| F      | 23.08  | 28.46  | 25.00      | 7.12      | 304.56  | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              | 0.00%        | 24.14   | 24.14           | 6.04      |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 25.94     | 1297.21 |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 45.96     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 01 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 6.92      | 26.99           | 24.96 | 27.08  |
| B      | 3.85      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 4.62      | 4.62            | 2.88  | 10.80  |
| D      | 25.38     | 13.48           | 4.38  | 45.09  |
| E      | 30.77     | 30.77           | 7.69  | 246.94 |
| F      | 28.46     | 24.14           | 6.04  | 258.34 |
|        | 100.00    | 100.00          | 45.96 | 588.25 |

| AÑO 02 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |        |       |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--------|-------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |        |       |
| A      | 26.99  | 24.29  | 92.50      | 22.47     | 24.37   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |
| B      | 0.00   | 2.70   | 77.50      | 0.00      | 451.25  | 1848.96     | 27.65%        | 24.95       | 41711.47   |              |             |              |              | 0.00    | 2.31            | 0.00      | 2.31   | 1.44  |
| C      | 4.62   | 2.31   | 62.50      | 1.44      | 5.40    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 28.66  | 7.17  |
| D      | 13.48  | 11.75  | 32.50      | 3.82      | 39.28   |             |               |             |            | 12.47%       | 0.73        | 2429.50      |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 28.66  | 7.17  |
| E      | 30.77  | 28.66  | 25.00      | 7.17      | 230.02  |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.23%   | 25.75           | 25.75     | 25.75  | 6.44  |
| F      | 24.14  | 30.30  | 25.00      | 7.57      | 324.19  | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              |         |                 |           | 100.00 | 55.08 |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 20.00     | 1074.51 |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 02 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 24.29     | 43.28           | 40.04 | 43.42  |
| B      | 2.70      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 2.31      | 2.31            | 1.44  | 5.40   |
| D      | 11.75     | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 28.66     | 28.66           | 7.17  | 230.02 |
| F      | 30.30     | 25.75           | 6.44  | 275.53 |
|        | 100.00    | 100.00          | 55.08 | 554.38 |

| AÑO 03 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |        |       |  |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--------|-------|--|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |        |       |  |
| A      | 43.28  | 38.95  | 92.50      | 36.03     | 39.08   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |  |
| B      | 0.00   | 4.33   | 77.50      | 0.00      | 723.68  | 1848.96     | 27.65%        | 23.32       | 38987.16   |              |             |              |              | 0.00    | 1.15            | 0.00      | 1.15   | 0.72  |  |
| C      | 2.31   | 1.15   | 62.50      | 0.72      | 2.70    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 22.93  | 5.73  |  |
| D      | 0.00   | 1.15   | 32.50      | 0.38      | 3.86    |             |               |             |            | 11.66%       | 10.50       | 35128.70     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 22.93  | 5.73  |  |
| E      | 28.66  | 22.93  | 25.00      | 5.73      | 184.02  |             |               |             |            |              |             |              |              | 3.28%   | 23.88           | 23.88     | 23.88  | 5.97  |  |
| F      | 25.75  | 31.48  | 25.00      | 7.87      | 336.87  | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              |         |                 |           | 100.00 | 60.56 |  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 14.70     | 1290.21 |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |  |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 03 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 38.95     | 52.04           | 48.14 | 52.21  |
| B      | 4.33      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 1.15      | 1.15            | 0.72  | 2.70   |
| D      | 1.15      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 22.93     | 22.93           | 5.73  | 184.02 |
| F      | 31.48     | 23.88           | 5.97  | 255.52 |
|        | 100.00    | 100.00          | 60.56 | 494.44 |

| AÑO 04 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |        |       |  |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--------|-------|--|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |        |       |  |
| A      | 52.04  | 46.83  | 92.50      | 43.32     | 46.98   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |  |
| B      | 0.00   | 5.20   | 77.50      | 0.00      | 870.09  | 1848.96     | 27.65%        | 22.44       | 37523.10   |              |             |              |              | 13.43%  | 0.00            | 0.00      | 0.00   | 0.00  |  |
| C      | 1.15   | 0.58   | 62.50      | 0.36      | 1.35    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.58    | 0.58            | 0.58      | 0.58   | 0.36  |  |
| D      | 0.00   | 0.58   | 32.50      | 0.19      | 1.93    |             |               |             |            | 11.22%       | 10.64       | 35593.87     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 18.34  | 4.59  |  |
| E      | 22.93  | 18.34  | 25.00      | 4.59      | 147.21  |             |               |             |            |              |             |              |              | 3.33%   | 20.82           | 20.82     | 20.82  | 5.20  |  |
| F      | 23.88  | 28.46  | 25.00      | 7.12      | 304.59  | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              |         |                 |           | 100.00 | 65.89 |  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 12.25     | 1372.16 |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |  |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 04 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 46.83     | 60.26           | 55.74 | 60.45  |
| B      | 5.20      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.58      | 0.58            | 0.36  | 1.35   |
| D      | 0.58      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 18.34     | 18.34           | 4.59  | 147.21 |
| F      | 28.46     | 20.82           | 5.20  | 222.77 |
|        | 100.00    | 100.00          | 65.89 | 431.79 |

| AÑO 05 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |        |       |  |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|--------|-------|--|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |        |       |  |
| A      | 60.26  | 54.24  | 92.50      | 50.17     | 54.41   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |  |
| B      | 0.00   | 6.03   | 77.50      | 0.00      | 1007.58 | 1848.96     | 27.65%        | 21.62       | 36148.24   |              |             |              |              | 13.92%  | 0.00            | 0.00      | 0.00   | 0.00  |  |
| C      | 0.58   | 0.29   | 62.50      | 0.18      | 0.68    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.29    | 0.29            | 0.29      | 0.29   | 0.18  |  |
| D      | 0.00   | 0.29   | 32.50      | 0.09      | 0.96    |             |               |             |            | 10.81%       | 10.52       | 35183.62     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 14.67  | 3.67  |  |
| E      | 18.34  | 14.67  | 25.00      | 3.67      | 117.77  |             |               |             |            |              |             |              |              | 3.29%   | 16.88           | 16.88     | 16.88  | 4.22  |  |
| F      | 20.82  | 24.49  | 25.00      | 6.12      | 262.03  | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              |         |                 |           | 100.00 | 71.11 |  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 10.06     | 1443.43 |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |        |       |  |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 05 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 54.24     | 68.16           | 63.05 | 68.38  |
| B      | 6.03      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.29      | 0.29            | 0.18  | 0.68   |
| D      | 0.29      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 14.67     | 14.67           | 3.67  | 117.77 |
| F      | 24.49     | 16.88           | 4.22  | 180.62 |
|        | 100.00    | 100.00          | 71.11 | 367.44 |

| AÑO 06 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO         |         |         | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |      |
|--------|--------|--------|--------------------|---------|---------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|------|
|        |        |        | PROMEDIO PONDERADO |         |         |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |      |
| A      | 68.16  | 61.34  | 92.50              | 56.74   | 61.54   |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |      |
| B      | 0.00   | 6.82   | 77.50              | 0.00    | 1139.60 | 1848.96 | 27.65%      | 20.83         | 34828.01    |             |              |             |              | 14.49%       | 0.00    | 75.83           | 70.14     | 0.00 |
| C      | 0.29   | 0.14   | 62.50              | 0.09    | 0.34    |         |             |               |             |             |              |             |              | 0.14         | 0.14    | 0.14            | 0.09      | 0.00 |
| D      | 0.00   | 0.14   | 32.50              | 0.05    | 0.48    |         |             |               |             | 10.42%      | 10.27        | 34345.71    |              | 0.00         | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 0.00 |
| E      | 14.67  | 11.74  | 25.00              | 2.93    | 94.22   |         |             |               |             |             |              |             |              | 11.74        | 11.74   | 11.74           | 2.93      | 0.00 |
| F      | 16.88  | 19.81  | 25.00              | 4.95    | 212.03  | 288.90  | 4.32%       |               |             |             |              |             |              | 3.21%        | 12.28   | 12.28           | 3.07      | 0.00 |
|        | 100.00 | 100.00 | 8.03               | 1508.20 |         |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 100.00          | 76.24     |      |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 06 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 61.34     | 75.83           | 70.14 | 76.07  |
| B      | 6.82      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.14      | 0.14            | 0.09  | 0.34   |
| D      | 0.14      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 11.74     | 11.74           | 2.93  | 94.22  |
| F      | 19.81     | 12.28           | 3.07  | 131.46 |
|        | 100.00    | 100.00          | 76.24 | 302.09 |

| AÑO 07 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO         |         |         | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |      |
|--------|--------|--------|--------------------|---------|---------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|------|
|        |        |        | PROMEDIO PONDERADO |         |         |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |      |
| A      | 75.83  | 68.25  | 92.50              | 63.13   | 68.47   |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |      |
| B      | 0.00   | 7.58   | 77.50              | 0.00    | 1267.90 | 1848.96 | 27.65%      | 20.06         | 33545.00    |             |              |             |              | 0.00         | 0.00    | 83.34           | 77.09     | 0.00 |
| C      | 0.14   | 0.07   | 62.50              | 0.05    | 0.17    |         |             |               |             |             |              |             |              | 0.07         | 0.07    | 0.07            | 0.05      | 0.00 |
| D      | 0.00   | 0.07   | 32.50              | 0.02    | 0.24    |         |             |               |             | 10.03%      | 9.96         | 33303.84    |              | 0.00         | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 0.00 |
| E      | 11.74  | 9.39   | 25.00              | 2.35    | 75.37   |         |             |               |             |             |              |             |              | 9.39         | 9.39    | 9.39            | 2.35      | 0.00 |
| F      | 12.28  | 14.63  | 25.00              | 3.66    | 156.58  | 288.90  | 4.32%       |               |             |             |              |             |              | 3.11%        | 7.20    | 7.20            | 1.80      | 0.00 |
|        | 100.00 | 100.00 | 6.07               | 1568.73 |         |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 100.00          | 81.28     |      |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 07 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 68.25     | 83.34           | 77.09 | 83.60  |
| B      | 7.58      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.07      | 0.07            | 0.05  | 0.17   |
| D      | 0.07      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 9.39      | 9.39            | 2.35  | 75.37  |
| F      | 14.63     | 7.20            | 1.80  | 77.06  |
|        | 100.00    | 100.00          | 81.28 | 236.20 |

| AÑO 08 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO         |         |         | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |      |
|--------|--------|--------|--------------------|---------|---------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|------|
|        |        |        | PROMEDIO PONDERADO |         |         |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |      |
| A      | 83.34  | 75.00  | 92.50              | 76.97   | 83.47   |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |      |
| B      | 0.00   | 8.33   | 77.50              | 0.00    | 1393.37 | 1848.96 | 27.65%      | 19.31         | 32290.32    |             |              |             |              | 0.00         | 0.00    | 92.45           | 85.52     | 0.00 |
| C      | 0.07   | 0.04   | 62.50              | 0.02    | 0.08    |         |             |               |             |             |              |             |              | 0.04         | 0.04    | 0.04            | 0.02      | 0.00 |
| D      | 0.00   | 0.04   | 32.50              | 0.01    | 0.12    |         |             |               |             | 9.66%       | 9.62         | 32169.74    |              | 0.00         | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 0.00 |
| E      | 9.39   | 7.51   | 25.00              | 1.88    | 60.30   |         |             |               |             |             |              |             |              | 7.51         | 7.51    | 7.51            | 1.88      | 0.00 |
| F      | 7.20   | 9.08   | 25.00              | 2.27    | 97.15   | 288.90  | 4.32%       |               |             |             |              |             |              | 3.01%        | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 0.00 |
|        | 100.00 | 100.00 | 4.18               | 1626.27 |         |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 100.00          | 87.42     |      |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 08 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 75.00     | 92.45           | 85.52 | 92.75  |
| B      | 8.33      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.04      | 0.04            | 0.02  | 0.08   |
| D      | 0.04      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 7.51      | 7.51            | 1.88  | 60.30  |
| F      | 9.08      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 87.42 | 153.13 |

| AÑO 09 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO         |         |         | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |      |
|--------|--------|--------|--------------------|---------|---------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|------|
|        |        |        | PROMEDIO PONDERADO |         |         |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |      |
| A      | 92.45  | 83.21  | 92.50              | 76.97   | 83.47   |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |      |
| B      | 0.00   | 9.25   | 77.50              | 0.00    | 1545.78 | 1848.96 | 27.65%      | 18.40         | 30766.25    |             |              |             |              | 10.77%       | 0.00    | 93.97           | 86.92     | 0.00 |
| C      | 0.04   | 0.02   | 62.50              | 0.01    | 0.04    |         |             |               |             |             |              |             |              | 0.02         | 0.02    | 0.02            | 0.01      | 0.00 |
| D      | 0.00   | 0.02   | 32.50              | 0.01    | 0.06    |         |             |               |             | 9.20%       | 9.18         | 30705.96    |              | 0.00         | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 0.00 |
| E      | 7.51   | 6.01   | 25.00              | 1.50    | 48.24   |         |             |               |             |             |              |             |              | 6.01         | 6.01    | 6.01            | 1.50      | 0.00 |
| F      | 0.00   | 1.50   | 25.00              | 0.38    | 16.08   | 288.90  | 4.32%       |               |             |             |              |             |              | 2.87%        | 0.00    | 0.00            | 0.00      | 0.00 |
|        | 100.00 | 100.00 | 1.90               | 1693.67 |         |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 100.00          | 88.44     |      |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 09 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 83.21     | 93.97           | 86.92 | 94.27  |
| B      | 9.25      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.02      | 0.02            | 0.01  | 0.04   |
| D      | 0.02      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 6.01      | 6.01            | 1.50  | 48.24  |
| F      | 1.50      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 88.44 | 142.55 |

| AÑO 10 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |       |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|-------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |       |
| A      | 93.97  | 84.57  | 92.50      | 78.23     | 84.84   |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |       |
| B      | 0.00   | 9.40   | 77.50      | 0.00      | 1571.20 | 1848.96     | 27.65%        | 18.25       | 30511.99    |              |             |              |              |         | 10.61%          | 95.18     | 88.04 |
| C      | 0.02   | 0.01   | 62.50      | 0.01      | 0.02    |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| D      | 0.00   | 0.01   | 32.50      | 0.00      | 0.03    |             |               |             |             | 9.12%        | 9.12        | 30481.84     |              |         | 0.01            | 0.01      | 0.01  |
| E      | 6.01   | 4.81   | 25.00      | 1.20      | 38.59   |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| F      | 0.00   | 1.20   | 25.00      | 0.30      | 12.86   | 288.90      | 4.32%         |             |             |              |             |              |              |         | 4.81            | 4.81      | 1.20  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 1.51      | 1707.55 |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
|        |        |        |            |           |         |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 | 100.00    | 89.25 |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 10 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 84.57     | 95.18           | 88.04 | 95.49  |
| B      | 9.40      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.01      | 0.01            | 0.01  | 0.02   |
| D      | 0.01      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 4.81      | 4.81            | 1.20  | 38.59  |
| F      | 1.20      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 89.25 | 134.10 |

| AÑO 11 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |       |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|-------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |       |
| A      | 95.18  | 85.66  | 92.50      | 79.24     | 85.94   |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |       |
| B      | 0.00   | 9.52   | 77.50      | 0.00      | 1591.45 | 1848.96     | 27.65%        | 18.13       | 30309.49    |              |             |              |              |         | 10.48%          | 96.15     | 88.94 |
| C      | 0.01   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.01    |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.02    |             |               |             |             | 9.06%        | 9.06        | 30294.41     |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| E      | 4.81   | 3.85   | 25.00      | 0.96      | 30.87   |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 3.85            | 3.85      | 0.96  |
| F      | 0.00   | 0.96   | 25.00      | 0.24      | 10.29   | 288.90      | 4.32%         |             |             |              |             |              |              |         | 2.83%           | 0.00      | 0.00  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 1.21      | 1718.58 |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 | 100.00    | 89.90 |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 11 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 85.66     | 96.15           | 88.94 | 96.46  |
| B      | 9.52      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.01   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 3.85      | 3.85            | 0.96  | 30.87  |
| F      | 0.96      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 89.90 | 127.34 |

| AÑO 12 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |       |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|-------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |       |
| A      | 96.15  | 86.53  | 92.50      | 80.04     | 86.81   |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |       |
| B      | 0.00   | 9.61   | 77.50      | 0.00      | 1607.61 | 1848.96     | 27.65%        | 18.03       | 30147.94    |              |             |              |              |         | 10.39%          | 96.92     | 89.65 |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.01    |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.01    |             |               |             |             | 9.02%        | 9.01        | 30140.40     |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| E      | 3.85   | 3.08   | 25.00      | 0.77      | 24.70   |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 3.08            | 3.08      | 0.77  |
| F      | 0.00   | 0.77   | 25.00      | 0.19      | 8.23    | 288.90      | 4.32%         |             |             |              |             |              |              |         | 2.82%           | 0.00      | 0.00  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 0.96      | 1727.36 |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 | 100.00    | 90.42 |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 12 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 86.53     | 96.92           | 89.65 | 97.23  |
| B      | 9.61      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.01   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 3.08      | 3.08            | 0.77  | 24.70  |
| F      | 0.77      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 90.42 | 121.93 |

| AÑO 13 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               |             | Prelación D |              |             | Prelación F  |              |         | Parcial         |           |       |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|-------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo  | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |       |
| A      | 96.92  | 87.23  | 92.50      | 80.69     | 87.51   |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 |           |       |
| B      | 0.00   | 9.69   | 77.50      | 0.00      | 1620.51 | 1848.96     | 27.65%        | 17.95       | 30018.92    |              |             |              |              |         | 10.31%          | 97.54     | 90.22 |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |             | 8.98%        | 8.98        | 30015.16     |              |         | 0.00            | 0.00      | 0.00  |
| E      | 3.08   | 2.46   | 25.00      | 0.62      | 19.76   |             |               |             |             |              |             |              |              |         | 2.46            | 2.46      | 0.62  |
| F      | 0.00   | 0.62   | 25.00      | 0.15      | 6.59    | 288.90      | 4.32%         |             |             |              |             |              |              |         | 2.80%           | 0.00      | 0.00  |
|        | 100.00 | 100.00 |            | 0.77      | 1734.37 |             |               |             |             |              |             |              |              |         |                 | 100.00    | 90.84 |

\*En miles de dólares



|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 13 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 87.23     | 97.54           | 90.22 | 97.85  |
| B      | 9.69      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 2.46      | 2.46            | 0.62  | 19.76  |
| F      | 0.62      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 90.84 | 117.61 |

| AÑO 14 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 97.54  | 87.78  | 92.50      | 81.20     | 88.06   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.75   | 77.50      | 0.00      | 1630.82 | 1848.96     | 27.65%        | 17.89       | 29915.83   |              |             |              |              | 10.25%  | 98.03           | 90.68     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.95%        | 8.95        | 29913.94     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 2.46   | 1.97   | 25.00      | 0.49      | 15.81   |             |               |             |            |              |             |              |              | 1.97    | 1.97            | 0.49      |
| F      | 0.00   | 0.49   | 25.00      | 0.12      | 5.27    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.80%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.62       | 1739.96   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 91.17     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 14 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 87.78     | 98.03           | 90.68 | 98.34  |
| B      | 9.75      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 1.97      | 1.97            | 0.49  | 15.81  |
| F      | 0.49      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 91.17 | 114.15 |

| AÑO 15 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 98.03  | 88.23  | 92.50      | 81.61     | 88.51   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.80   | 77.50      | 0.00      | 1639.06 | 1848.96     | 27.65%        | 17.84       | 29833.40   |              |             |              |              | 10.20%  | 98.42           | 91.04     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.92%        | 8.92        | 29832.46     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 1.97   | 1.58   | 25.00      | 0.39      | 12.65   |             |               |             |            |              |             |              |              | 1.58    | 1.58            | 0.39      |
| F      | 0.00   | 0.39   | 25.00      | 0.10      | 4.22    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.79%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.49       | 1744.43   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 91.44     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 15 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 88.23     | 98.42           | 91.04 | 98.74  |
| B      | 9.80      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 1.58      | 1.58            | 0.39  | 12.65  |
| F      | 0.39      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 91.44 | 111.39 |

| AÑO 16 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 98.42  | 88.58  | 92.50      | 81.94     | 88.87   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.84   | 77.50      | 0.00      | 1645.65 | 1848.96     | 27.65%        | 17.80       | 29767.49   |              |             |              |              | 10.16%  | 98.74           | 91.33     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.90%        | 8.90        | 29767.02     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 1.58   | 1.26   | 25.00      | 0.32      | 10.12   |             |               |             |            |              |             |              |              | 1.26    | 1.26            | 0.32      |
| F      | 0.00   | 0.32   | 25.00      | 0.08      | 3.37    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.78%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.39       | 1748.00   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 91.65     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 16 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 88.58     | 98.74           | 91.33 | 99.06  |
| B      | 9.84      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 1.26      | 1.26            | 0.32  | 10.12  |
| F      | 0.32      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 91.65 | 109.17 |

| AÑO 17 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              |              | Parcial |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 98.74  | 88.87  | 92.50      | 82.20     | 89.15   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.87   | 77.50      | 0.00      | 1650.92 | 1848.96     | 27.65%        | 17.77       | 29714.78   |              |             |              |              | 10.13%  | 98.99           | 91.57     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.89%        | 8.89        | 29714.55     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 1.26   | 1.01   | 25.00      | 0.25      | 8.09    |             |               |             |            |              |             |              |              | 1.01    | 1.01            | 0.25      |
| F      | 0.00   | 0.25   | 25.00      | 0.06      | 2.70    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.78%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.32       | 1750.86   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 91.82     |

\*En miles de dólares



|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 17 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 88.87     | 98.99           | 91.57 | 99.31  |
| B      | 9.87      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 1.01      | 1.01            | 0.25  | 8.09   |
| F      | 0.25      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 91.82 | 107.40 |

| AÑO 18 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              | Parcial      |         |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 98.99  | 89.09  | 92.50      | 82.41     | 89.38   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.90   | 77.50      | 0.00      | 1655.14 | 1848.96     | 27.65%        | 17.75       | 29672.62   |              |             |              |              | 10.10%  | 99.19           | 91.75     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.87%        | 8.87        | 29672.50     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 1.01   | 0.81   | 25.00      | 0.20      | 6.47    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.81    | 0.81            | 0.20      |
| F      | 0.00   | 0.20   | 25.00      | 0.05      | 2.16    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.77%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.25       | 1753.15   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 91.96     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 18 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 89.09     | 99.19           | 91.75 | 99.51  |
| B      | 9.90      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 0.81      | 0.81            | 0.20  | 6.47   |
| F      | 0.20      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 91.96 | 105.99 |

| AÑO 19 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              | Parcial      |         |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 99.19  | 89.27  | 92.50      | 82.58     | 89.56   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.92   | 77.50      | 0.00      | 1658.51 | 1848.96     | 27.65%        | 17.73       | 29638.89   |              |             |              |              | 10.08%  | 99.35           | 91.90     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.86%        | 8.86        | 29638.83     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 0.81   | 0.65   | 25.00      | 0.16      | 5.18    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.65    | 0.65            | 0.16      |
| F      | 0.00   | 0.16   | 25.00      | 0.04      | 1.73    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.77%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.20       | 1754.98   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 92.06     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 19 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 89.27     | 99.35           | 91.90 | 99.67  |
| B      | 9.92      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 0.65      | 0.65            | 0.16  | 5.18   |
| F      | 0.16      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 92.06 | 104.85 |

| AÑO 20 | % ACT  | % FUT  | PCI FUTURO |           | *CAR    | 1° Iter     |               | Prelación D |            |              | Prelación F |              | Parcial      |         |                 |           |
|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-----------------|-----------|
|        |        |        | PROMEDIO   | PONDERADO |         | Ar. Reparar | % Ar. Reparar | % Ar. Saldo | CAR- Saldo | % Equival. D | % Ar. Saldo | CAR- Saldo 2 | % Equival. F | Reasig. | % Ar. Rep. Fut. | PCI Optim |
| A      | 99.35  | 89.42  | 92.50      | 82.71     | 89.71   |             |               |             |            |              |             |              |              |         |                 |           |
| B      | 0.00   | 9.94   | 77.50      | 0.00      | 1661.21 | 1848.96     | 27.65%        | 17.71       | 29611.91   |              |             |              |              | 10.06%  | 99.48           | 92.02     |
| C      | 0.00   | 0.00   | 62.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| D      | 0.00   | 0.00   | 32.50      | 0.00      | 0.00    |             |               |             |            | 8.86%        | 8.86        | 29611.88     |              | 0.00    | 0.00            | 0.00      |
| E      | 0.65   | 0.52   | 25.00      | 0.13      | 4.14    |             |               |             |            |              |             |              |              | 0.52    | 0.52            | 0.13      |
| F      | 0.00   | 0.13   | 25.00      | 0.03      | 1.38    | 288.90      | 4.32%         |             |            |              |             |              |              | 2.77%   | 0.00            | 0.00      |
|        | 100.00 | 100.00 | 0.16       | 1756.44   |         |             |               |             |            |              |             |              |              |         | 100.00          | 92.15     |

\*En miles de dólares

|            |       |
|------------|-------|
| % ASIGNADO | 5.00  |
| % CAR US\$ | 46.22 |

| AÑO 20 | % FUT DET | % Ar. Rep. Fut. | PCI   | *CAR   |
|--------|-----------|-----------------|-------|--------|
| A      | 89.42     | 99.48           | 92.02 | 99.80  |
| B      | 9.94      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| C      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| D      | 0.00      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
| E      | 0.52      | 0.52            | 0.13  | 4.14   |
| F      | 0.13      | 0.00            | 0.00  | 0.00   |
|        | 100.00    | 100.00          | 92.15 | 103.95 |



A continuación, se colocará un cuadro resumen de los resultados obtenidos en este último modelo de proyección aplicando el sistema de gestión de pavimentos preventivo en 20 años.

Tabla 38.  
*Resumen de resultados, aplicando sistema de gestión de pavimentos preventivo.*

| AÑO | CONDICION DEL PAVIMENTO |      |      |       |       |       | PCI<br>PROMEDIO | *CAR<br>VALOR<br>FUTURO | INCREMENTO<br>% |
|-----|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|-----------------|-------------------------|-----------------|
|     | A                       | B    | C    | D     | E     | F     |                 |                         |                 |
| 1   | 33.91                   | 0.00 | 4.62 | 13.48 | 30.77 | 17.22 | 50.63           | 521.11                  |                 |
| 2   | 50.10                   | 0.00 | 2.31 | 0.00  | 28.66 | 18.93 | 59.68           | 488.29                  | 15.16           |
| 3   | 58.75                   | 0.00 | 1.15 | 0.00  | 22.93 | 17.17 | 65.09           | 429.39                  | 8.31            |
| 4   | 66.87                   | 0.00 | 0.58 | 0.00  | 18.34 | 14.21 | 70.35           | 367.75                  | 7.48            |
| 5   | 74.66                   | 0.00 | 0.29 | 0.00  | 14.67 | 10.38 | 75.50           | 304.41                  | 6.82            |
| 6   | 82.23                   | 0.00 | 0.14 | 0.00  | 11.74 | 5.89  | 80.56           | 240.03                  | 6.28            |
| 7   | 89.63                   | 0.00 | 0.07 | 0.00  | 9.39  | 0.90  | 85.53           | 175.12                  | 5.81            |
| 8   | 92.45                   | 0.00 | 0.04 | 0.00  | 7.51  | 0.00  | 87.42           | 153.13                  | 2.16            |
| 9   | 93.97                   | 0.00 | 0.02 | 0.00  | 6.01  | 0.00  | 88.44           | 142.55                  | 1.15            |
| 10  | 95.18                   | 0.00 | 0.01 | 0.00  | 4.81  | 0.00  | 89.25           | 134.10                  | 0.91            |
| 11  | 96.15                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 3.85  | 0.00  | 89.90           | 127.34                  | 0.72            |
| 12  | 96.92                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 3.08  | 0.00  | 90.42           | 121.93                  | 0.58            |
| 13  | 97.54                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 2.46  | 0.00  | 90.84           | 117.61                  | 0.46            |
| 14  | 98.03                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 1.97  | 0.00  | 91.17           | 114.15                  | 0.36            |
| 15  | 98.42                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 1.58  | 0.00  | 91.44           | 111.39                  | 0.29            |
| 16  | 98.74                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 1.26  | 0.00  | 91.65           | 109.17                  | 0.23            |
| 17  | 98.99                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 1.01  | 0.00  | 91.82           | 107.40                  | 0.19            |
| 18  | 99.19                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.81  | 0.00  | 91.96           | 105.99                  | 0.15            |
| 19  | 99.35                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.65  | 0.00  | 92.06           | 104.85                  | 0.12            |
| 20  | 99.48                   | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.52  | 0.00  | 92.15           | 103.95                  | 0.09            |

*\*En miles de dólares. Fuente: Propia.*

En las figuras 11 y 12, se muestra desarrollo evolutivo del incremento del PCI respecto al año anterior. En la figura 12 se visualiza el incremento del PCI con respecto a los años de proyección producto de la aplicación del sistema de gestión de pavimento preventivo. En la figura 13 se muestra la disminución del CAR con respecto al período de proyección.



Figura 11. Desarrollo del incremento del PCI con respecto al año anterior. Fuente: Propia.

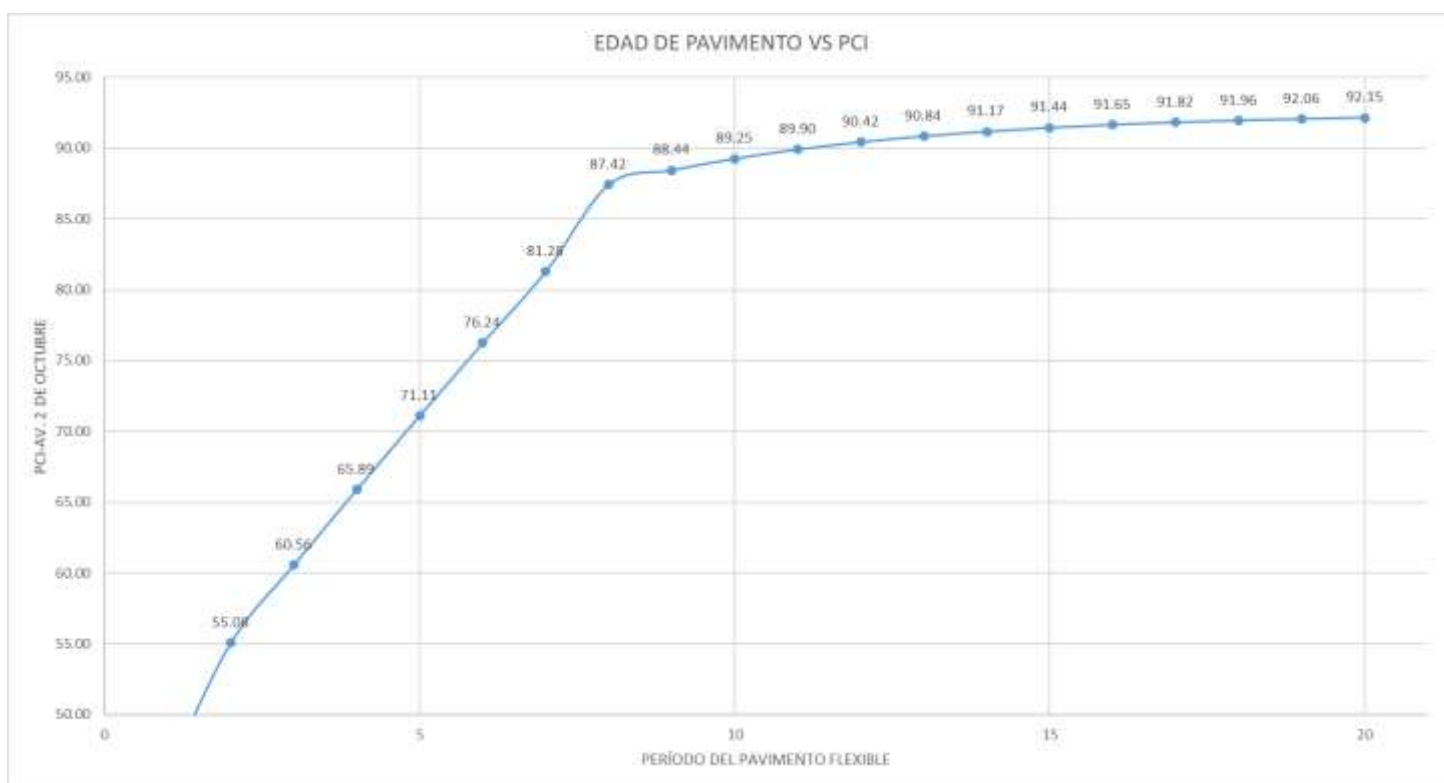


Figura 12. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento utilizando sistema de gestión de pavimentos preventivo. Fuente: Propia.

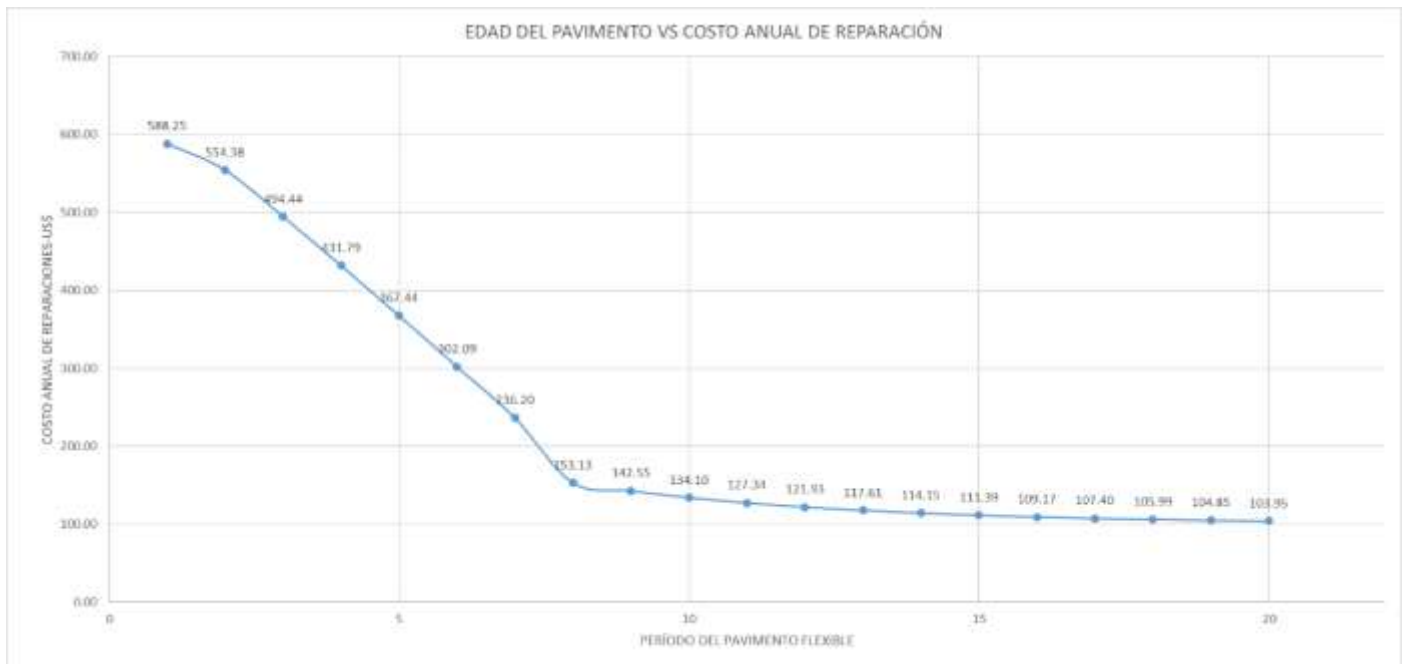


Figura 13. Desarrollo del CAR utilizando el sistema gestión de pavimentos preventivo. Fuente: Propia.

La séptima etapa es el programa de trabajo y medición del comportamiento, el sistema de conservación de pavimentos preventivo, se establecen anualmente las necesidades, en las condiciones “B”, “D” y “F” y presupuestos (Costo Anual de Reparación por condición). Esta información servirá con base para formular expedientes técnicos para ciertos proyectos específicos. Cabe resaltar que la formulación de un expediente técnico o formulación de una propuesta no es objetivo de estudio del presente trabajo de investigación.

La última etapa es el monitoreo, donde se recomienda realizar los seguimientos en la vía de estudio para la actualizar los ratios y realizar un inventario vial, esto último se puede llevar a cabo realizando convenios entre los municipios y universidades que ofrezcan la carrera de Ingeniería Civil. Con esto ambos se benefician logrando viabilizar el inventario vial.

Debido al estado encontrado utilizando el método PCI, el sector 1 tiene una condición regular (D) y la sección 2 tiene una condición pobre (E). Se sugiere realizar monitoreo de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 39  
*Frecuencia mínima sugerida para el monitoreo.*

| Tramo     | PCI | Clasificación | Frecuencia mínima de monitoreo                                      |
|-----------|-----|---------------|---|
| Sección 1 | 45  | Regular (d)   | Una vez antes del período de lluvias y otra de luego de esta época. |
| Sección 2 | 36  | Pobre (e)     | Una vez cada 2 años   |

*Fuente: Propia.*

Tabla 40. *Resumen de resultados de las proyecciones con los tres sistemas.*

| TIPO DE SISTEMA     | VALOR DE CAR PROYECTADO A 20 AÑOS (MILES DE DOLARES) | DIFERENCIA DE CAR ENTRE AÑO 20 Y AÑO 1 DE PROYECCIÓN (MILES DE DOLARES) | PCI PROYECTADO A 20 AÑOS |
|---------------------|--|---|--------------------------|
| SIN INTERVENCIÓN    | 2886.74  | 1037.78   | 26.34                    |
| SISTEMA TRADICIONAL | 1574.55  | 1252.63   | 52.99                    |
| SISTEMA PREVENTIVO  | 103.95   | 417.16  | 92.15                    |

*Fuente: Propia.*

**Resultado 1.** Se determinó fue la condición funcional presente de un tramo de la Av. 2 de Octubre, que posee una longitud de 3120 metros entre ambos carriles. De acuerdo a la información obtenida de la inspección visual inicial del estado superficial del pavimento asfáltico y procesado en el programa EVALPAV, se puede clasificar la sección 01 como “Regular” con un PCI= 45 y la sección 02 como “Pobre” con un PCI=36; siendo el promedio 40.50 clasificado como “Regular” para todo el tramo en general. Según la evaluación de condición por unidad de muestreo seleccionada, se

generaliza para el tramo la siguiente clasificación porcentual: 7.69% en estado “Excelente”, 3.85% en estado “Muy Bueno”, 7.69% en estado “Bueno”, 30.77% en estado “Regular”, 26.92% en estado “Pobre”, 15.38% en estado “Muy Pobre” y 7.69% en condición “Colapsada”.

**Resultado 2.** Del análisis del sistema de conservación preventivo se obtuvo que la aplicación del sistema preventivo al primer año es 521 mil dólares mientras que para el año 20 el valor se disminuye a 104 mil dólares. El valor se disminuye en un 80.05% del CAR con respecto al año 20; el modelo tradicional reactivo se visualiza la disminución del costo anual de reparación del año inicial con respecto al año 20 es equivalente al 44.31%. Con respecto al primer modelo, el costo de reparación de mantenimiento desde el año inicial hasta el año 20 aumenta en un 56.13%.

**Resultado 3.** En el modelo preventivo, el índice de condición del pavimento evoluciona notoriamente hasta el año 20, logrando alcanzar un valor de 92.15; clasificado como “Excelente”. Mientras para el caso del modelo tradicional reactivo, se logra un incremento lento ya que alcanza un PCI de 52.99, categorizado como “Pobre” y para el modelo sin intervenciones se evidencia la disminución en la condición del pavimento obteniendo la categoría “Muy Pobre”.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Las limitaciones en esta investigación se enfocan en la delimitación dentro de los recursos económicos, es decir el presupuesto disponible para el tratamiento de pavimentos en un determinado nivel de gobierno. Por lo tanto, no se extiende para otros recursos de índole humano o tecnológico. El reajuste de los ratios de deterioro no es considerado objeto de análisis en este trabajo, pero las tasas pueden ser planteadas empíricamente en el inicio basándose en el conocimiento de la zona de aplicación. La calibración de las tasas de deterioro, contribuye directamente a una mejor predicción de la condición vial futura.

Este estudio se debería complementar con un análisis funcional estimando valores de mantenimiento y se debe llevar a cabo en un análisis local en la misma jurisdicción del sistema preventivo.

Otra limitación se encontró al realizar la evaluación superficial, ya que el tránsito vehicular significa un impedimento para la toma de datos, esto se puede controlar, ya que la inspección se puede alternar, realizando en ciertas horas con bajo tránsito.

**Discusión 1.** Según lo realizado por Barajas y Buitrago (2017) que desarrollaron una comparativa entre los sistemas de gestión de pavimentos utilizados en la ciudad de Bogotá y Sao Paulo. El sistema colombiano basado en el modelo HDM4, utiliza el cálculo del PCI para identificar el deterioro de la vía asignado colores para la diferencia, estos colores también se aplican para el tipo de intervención. El sistema de Brasil utiliza el modelo Tavakoli y también toma en cuenta el índice de condición, pero lo complementa con un índice de prioridad. Este trabajo evalúa los sistemas de gestión de pavimentos aplicados en esta ciudad, en el caso de Bogotá es un sistema patrocinado por

el Banco Mundial y ya se viene aplicando en varias ciudades de Latinoamérica. A diferencia de estos sistemas, lo que se plantea en este trabajo es un nuevo enfoque en cuanto a la planificación del mantenimiento ya que se direcciona de una mejor manera los recursos económicos logrando buenos resultados en la disminución del costo anual de reparación en un período de 20 años y de igual forma se mejora notablemente el valor de PCI.

**Discusión 2.** Según la investigación elaborado por Gaspar (2018) que se basa en la propuesta de Sotil et al. (2014) para municipios de bajo presupuesto. Se evidencia con los resultados obtenidos en su tesis que el sistema preventivo en la Av. Las Lomas de Carabayllo logra reducir en un 70.83% el costo anual de reparación (CAR) en el año 20 de evaluación a comparación del 54.34% obtenido del sistema tradicional. A comparación de la actual investigación realizada se obtuvo una disminución del CAR de 80.05% en el sistema preventivo y en sistema tradicional se obtuvo 44.31%, ambos en el año 20 de evaluación. Ambos trabajos pueden servir de sustento y antecedente para la aplicación de este sistema preventivo en municipios de bajo presupuesto. En ambos casos se visualiza una gran diferencia en la disminución del CAR y mejora del PCI notablemente.

## 4.2 Conclusiones

**Conclusión 1.** Con respecto a la influencia de aplicar método PCI en la optimización de recursos económicos del sistema preventivo; el método PCI permite identificar el estado de la vía y crear la base datos necesaria para obtener la proyección de optimización de costos usando sistema preventivo en comparación del sistema tradicional. En el caso de este estudio, se determinó la condición del pavimento al año 20 que sería "Excelente"

usando sistema preventivo. Mientras que para el modelo tradicional la condición funcional es clasificada como “Pobre”.

**Conclusión 2.** Con respecto a la proyección de optimización de costos en la aplicación del sistema preventivo, el porcentaje del costo anual de reparación indica que en el modelo tradicional al año 20 para la restitución de la condición funcional disminuye en 44.31% respecto al monto obtenido en el primer año. Mientras que en el sistema preventivo se observa una diferencia mayor, al primer año el monto anual de reparación es 521 mil dólares mientras que para el año 20 el valor se disminuye a 104 mil dólares. El valor se disminuye en un 80.05% del CAR con respecto al año 20 aplicando el sistema de gestión de pavimento preventivo, expresando la mejora sobre la condición del pavimento.

**Conclusión 3.** Sobre la influencia de la aplicación del sistema preventivo en la mejora de la condición del pavimento en la Av. 2 de Octubre. Para el caso del sistema de conservación de carácter preventivo, se logró aumentar significativamente el índice de condición del pavimento logrando alcanzar un valor PCI de 92.15; clasificado como “Excelente” para la proyección realizada al año 20.



## 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

## ANEXOS

### ANEXO N°1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 41  
*Matriz de consistencia*

| Título: 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.  |  |   |   |                                       |   |  |
|---|--|---|---|---------------------------------------|---|--|
| Problemática  | Objetivos  | Hipótesis   | Variables   | Dimensión                             | Indicador   | Método   |
| <b>Problema General:</b><br><br>¿De qué manera la optimización de recursos económicos se produce al aplicar el sistema de gestión de pavimentos preventivo en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020? | <b>Objetivo General:</b><br><br>Determinar cómo se optimiza recursos económicos al aplicar sistema de gestión de pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020. | <b>Hipótesis General:</b><br><br>La aplicación del sistema de gestión de pavimento influye en la optimización de recursos económicos en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020. | <b>V. Independiente:</b><br><br>Aplicación de sistema de gestión pavimento preventivo | Enfoque preventivo                    | Según condición de pavimento: B(Buena) D(Regular) F (Colapsado) | La metodología a realizarse será de tipo Cuantitativo/ No Experimental; obteniendo la base de datos según la Norma ASTM D6433-03 |
|   |  | <b>Hipótesis Específica:</b><br><br>La aplicación del método PCI influye en la  | <b>V. Dependiente:</b>  | Método Pavement Condition Index (PCI) | Cálculo del PCI   | según la Norma ASTM D6433-03   |

|  |   |  |                                     |                                   |   |
|--|---|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020?  | económicos del sistema de gestión de pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020   | optimización de recursos económicos del sistema de gestión de pavimento preventivo en la avenida 2 de Octubre del distrito de Los Olivos, 2020.  |                                     |                                   |   |
| ¿Cuál es la proyección de optimización de costos en la aplicación del sistema de gestión de pavimento preventivo en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020? | Determinar la proyección de optimización de costos al aplicar el sistema de gestión de pavimento preventivo en el año 20 de evaluación en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020. | La aplicación del sistema de gestión de pavimento preventivo permitirá proyectar optimización de costos en el año de evaluación en la avenida 2 de Octubre en el distrito de Los Olivos, 2020. | Optimización de recursos económicos | Asignación de recursos económicos | Inversión aplicada anualmente según la condición de pavimento |
| ¿Cuál es la influencia del sistema preventivo en la proyección de mejora de la condición del   | Determinar cómo influye la aplicación del sistema preventivo en la  | La aplicación del sistema preventivo   |                                     |                                   |   |




---

|                          |                      |               |
|--------------------------|----------------------|---------------|
| pavimento en el año 20   | proyección de        | influye en la |
| de evaluación en la      | mejora de la         | proyección    |
| avenida 2 de Octubre del | condición del        | de mejora de  |
| distrito de Los Olivos,  | pavimento en el año  | la condición  |
| 2020?                    | 20 de evaluación en  | del           |
|                          | la avenida 2 de      | pavimento     |
|                          | Octubre del distrito | en el año 20  |
|                          | de Los Olivos,       | de            |
|                          | 2020.                | evaluación    |
|                          |                      | en la         |
|                          |                      | avenida 2 de  |
|                          |                      | Octubre del   |
|                          |                      | distrito de   |
|                          |                      | Los Olivos,   |
|                          |                      | 2020.         |

---

*Fuente: Elaboración propia*

## ANEXO N°2. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

|  UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  |                            | FORMATO N°01: EXPLORACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO   |  |          |       |              |    |
|--|----------------------------|---|--|----------|-------|--------------|----|
|  |                            | INSPECCIONADO POR:  |  |          |       |              |    |
| Avenida:   |                            | Distrito:   |  | Fecha:   |       |              |    |
| Tramo:   | Sección:                   | Unidad de muestreo:   |  |          |       |              |    |
| Área de muestra  | 230 ± 93 (m <sup>2</sup> ) | Progresiva:   |  |          |       |              |    |
| <b>TIPOS DE FALLAS</b>   |                            |   |  |          |       |              |    |
| 1. Piel de cocodrilo<br>2. Exudación<br>3. Agrietamiento en bloque<br>4. Abultamiento y hundimiento<br>5. Corrugación<br>6. Depresión<br>7. Grietas de Borde<br>8. Grietas de reflexión de juntas<br>9. Desnivel de carril/berma<br>10. Grietas long. Y trans. |                            | 11. Parcheo<br>12. Pulimento de agregados<br>13. Huecos<br>14. Cruce vía férrea<br>15. Ahuellamiento<br>16. Desplazamiento<br>17. Grieta Parabólica<br>18. Hinchamiento<br>19. Desprendimiento de agregados |  | CROQUIS: |       |              |    |
| <b>NIVELES DE SEVERIDAD</b>  |                            |   |  |          |       |              |    |
| H:   | SEVERIDAD ALTA             |   |  |          |       |              |    |
| M:   | SEVERIDAD MEDIA            |   |  |          |       |              |    |
| L:   | SEVERIDAD BAJA             |   |  |          |       |              |    |
| <b>INVENTARIO DE DAÑOS EXISTENTES</b>  |                            |   |  |          |       |              |    |
| DAÑO   | SEVERIDAD                  | CANTIDADES PARCIALES  |  |          | TOTAL | DENSIDAD (%) | VD |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
|  |                            |   |  |          |       |              |    |
| VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN   |                            |   |  |          | Σ VD  |              |    |
| VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO   |                            |   |  |          | VDC   |              |    |
|   |                            | <br><small>El Señor Ing. Roberto Castillo Velarde</small>  |  |          |       |              |    |
| Tesisista:<br>Victor A. Palomino Rios  |                            | Aprobado por:<br>Msc. Ing. Roberto Castillo Velarde – CIP<br>No 67640   |  |          |       |              |    |

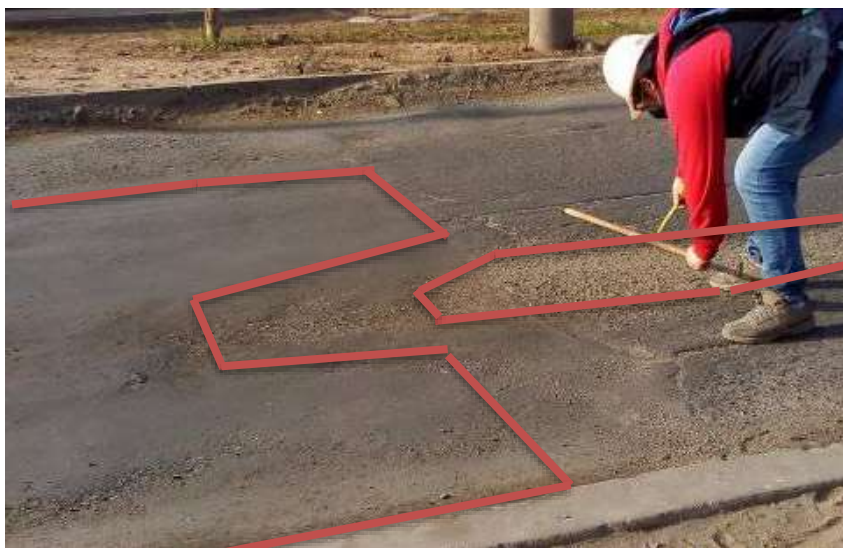
### ANEXO N°3. TRABAJO DE CAMPO Y PROCESAMIENTO



Figura 14. Sector 1-UM-03-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia



Figura 15. Sector 1-UM-09-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia



*Figura 16. Sector 1-UM-30-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia*



*Figura 17. Sector 1-UM-39-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia*





*Figura 18. Sector 2-UM-3-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia*



*Figura 19. Sector 2-UM-30-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia*



Figura 20. Sector 2-UM-39-AV. 2 DE OCTUBRE. Fuente: Propia

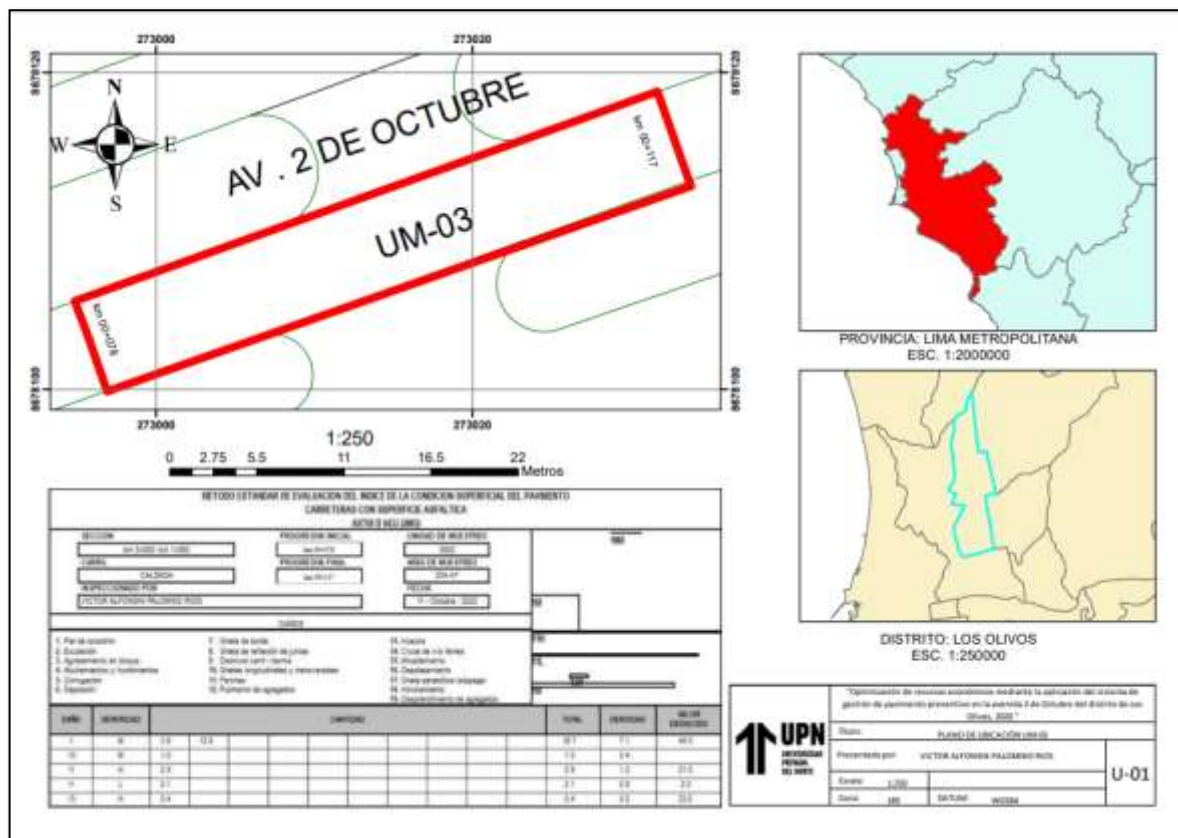


Figura 21. Sector 1-UM-3-Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

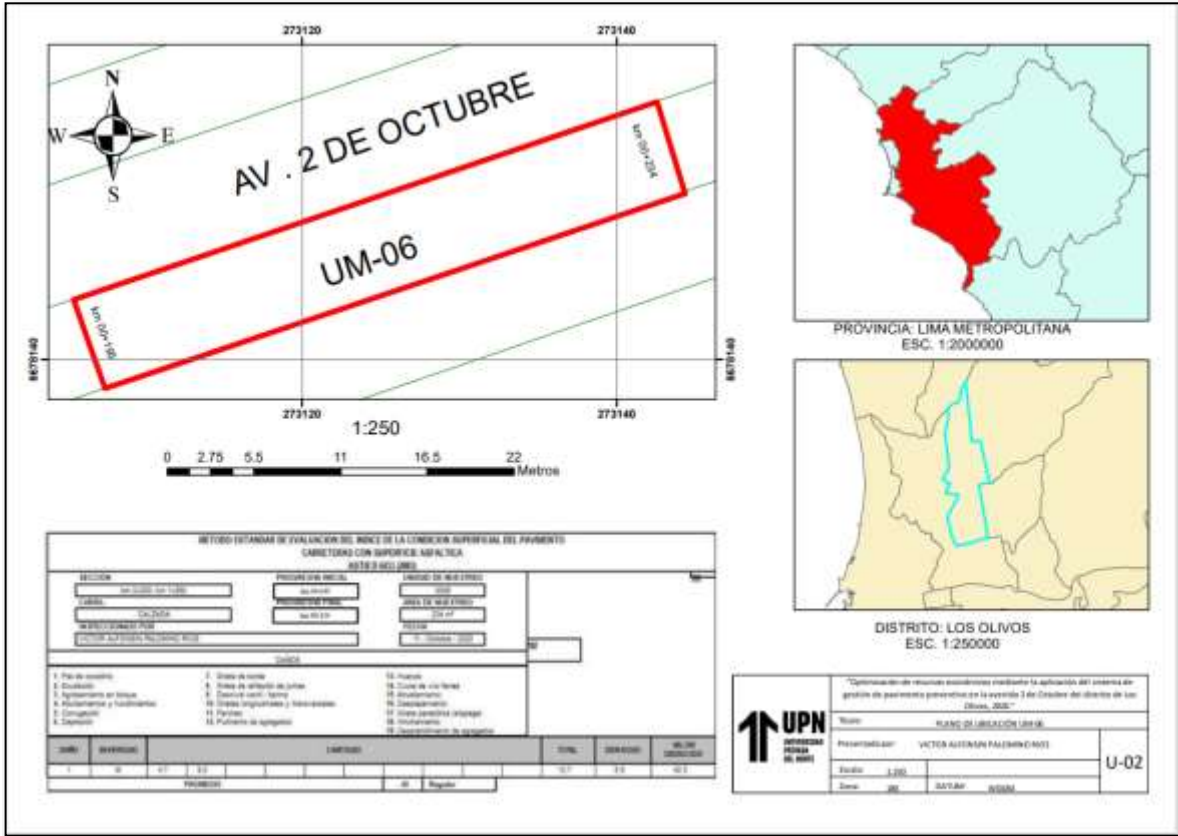


Figura 22 Sector 1-UM-6- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

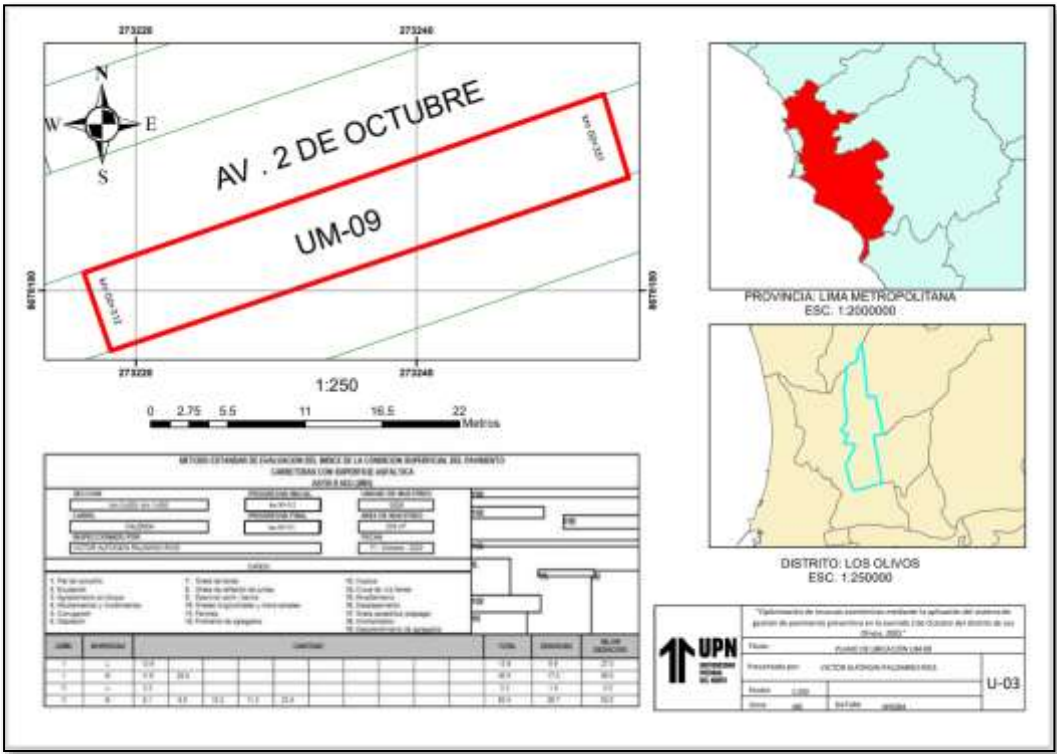


Figura 23. Sector 1-UM-9- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

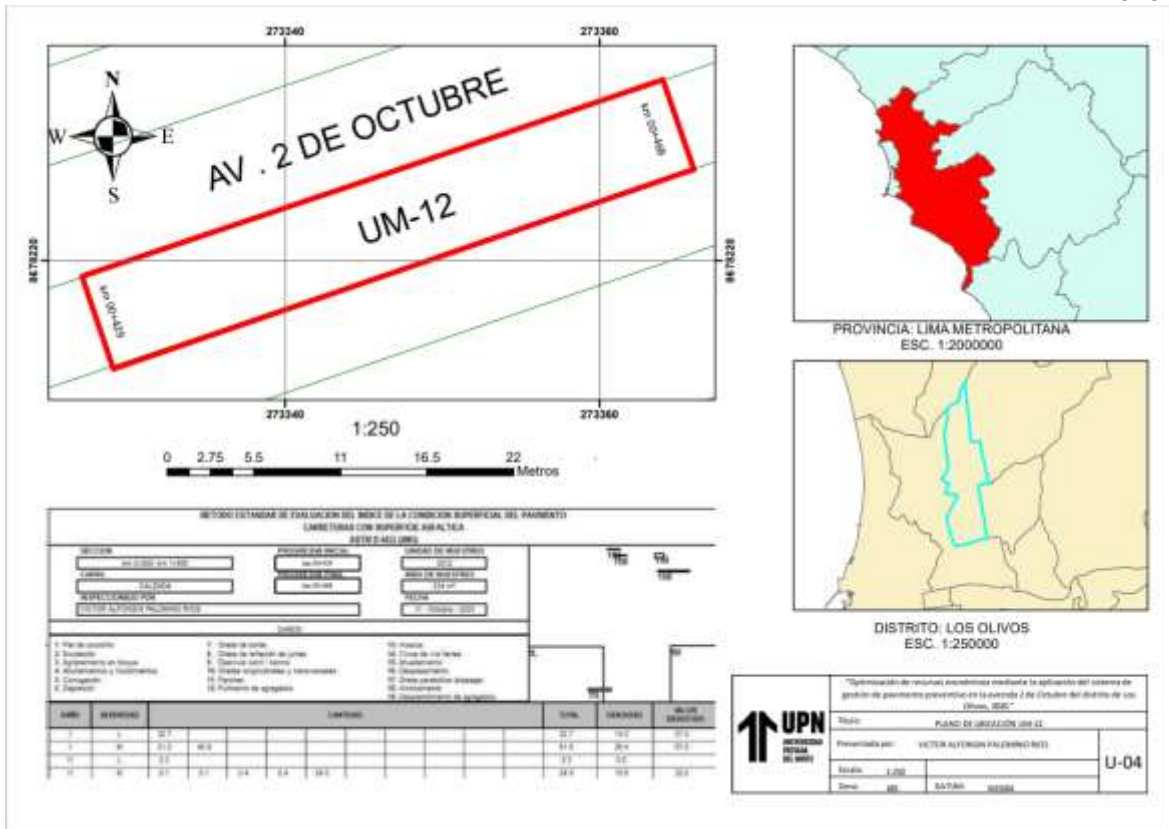


Figura 24. Sector 1-UM-12- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

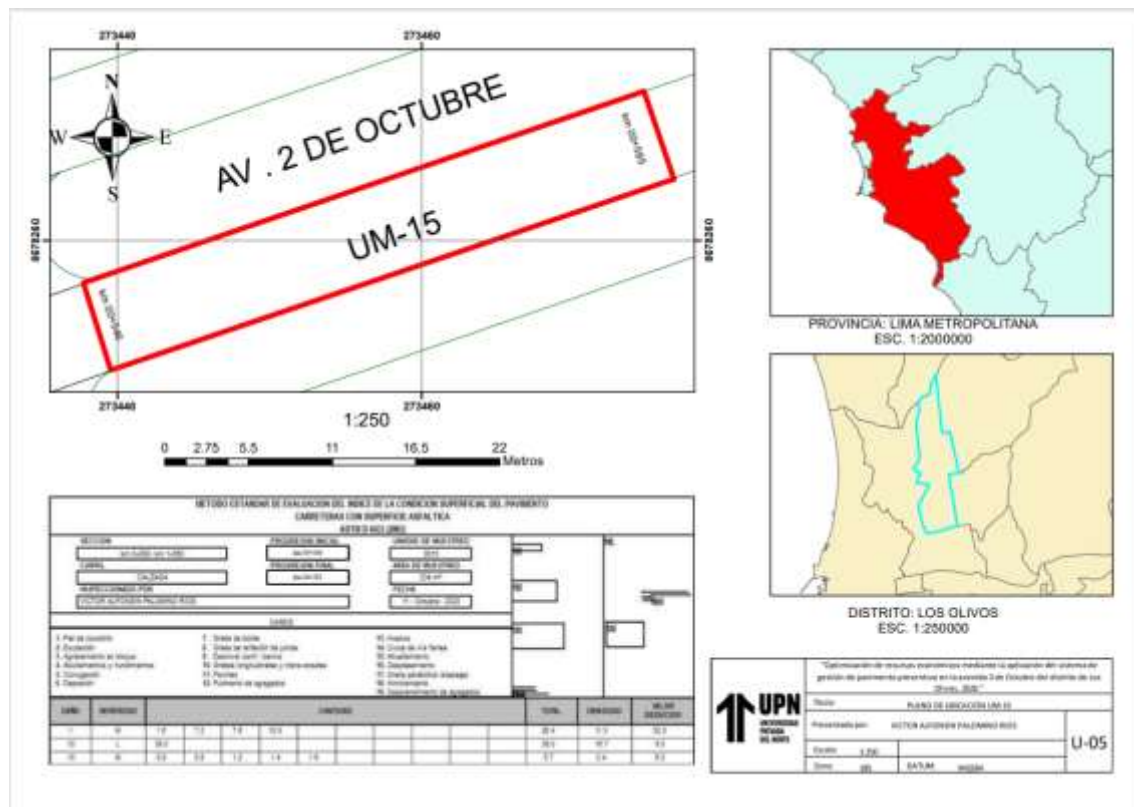


Figura 25. Sector 1-UM-15- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

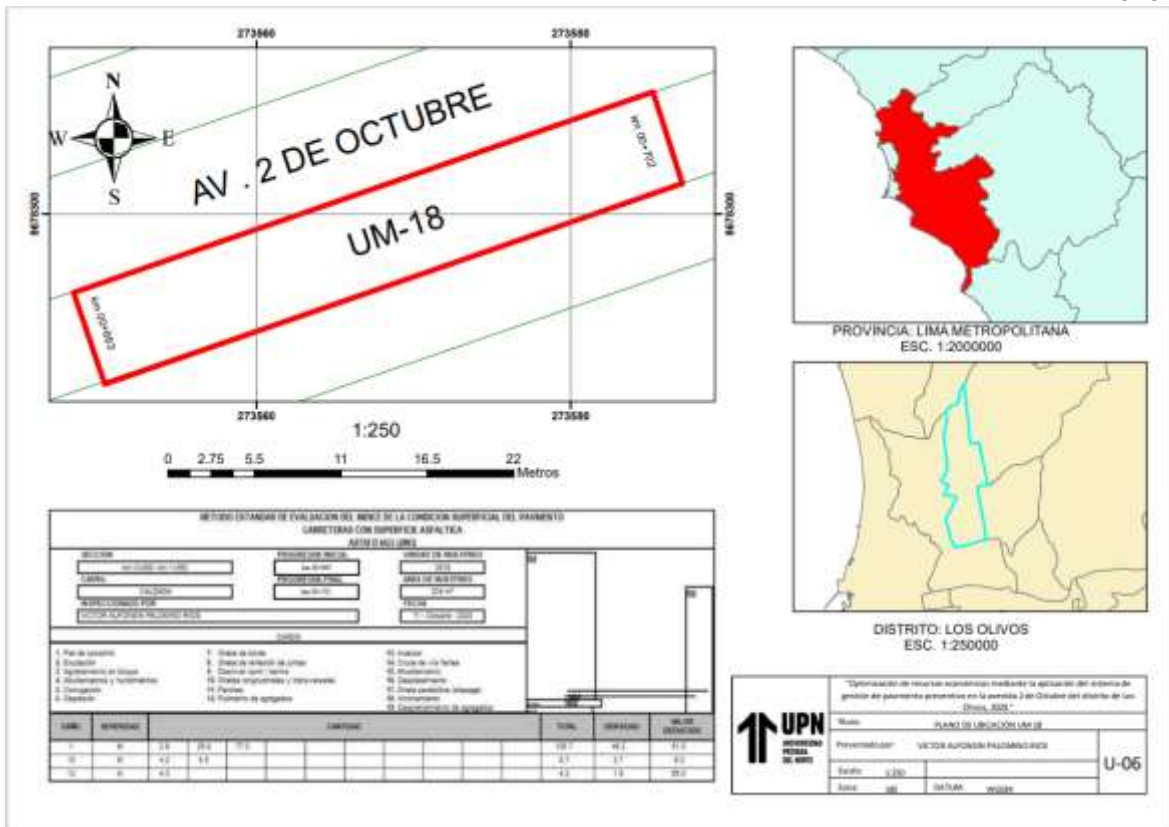


Figura 27. Sector 1-UM-18 Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

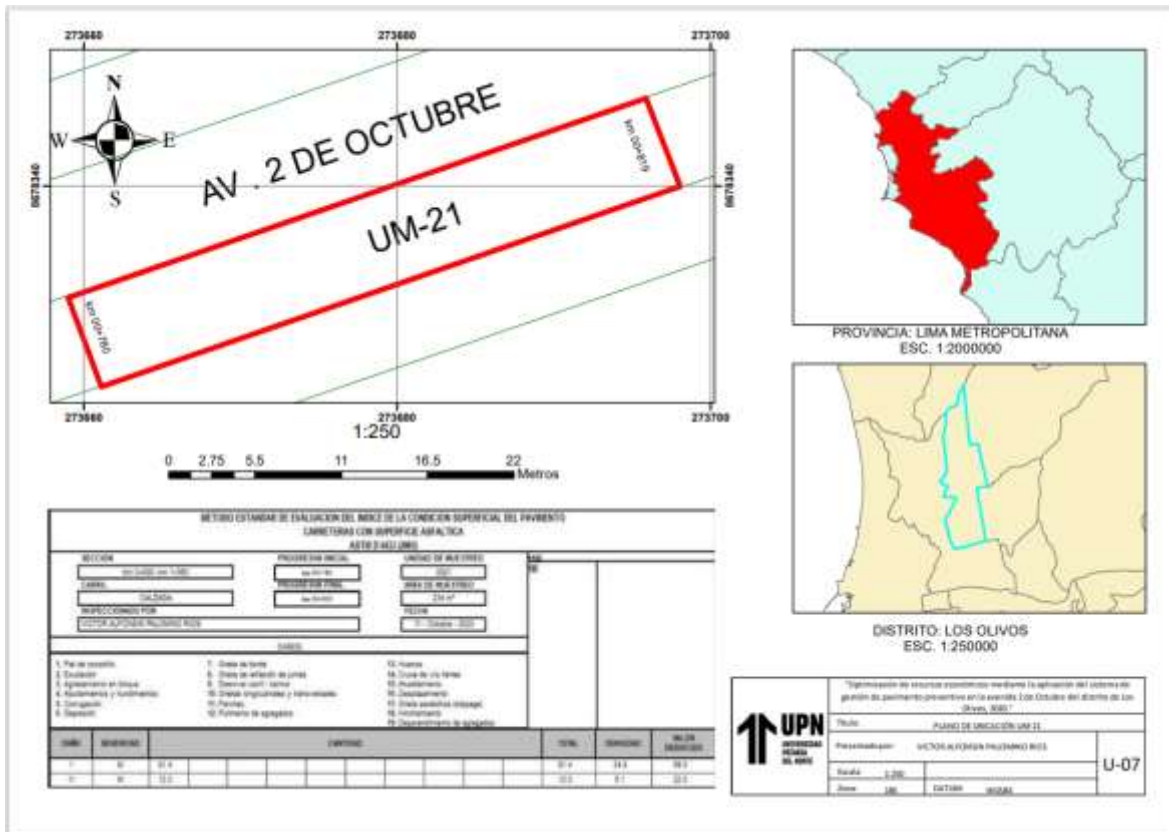


Figura 26. Sector 1-UM-21- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

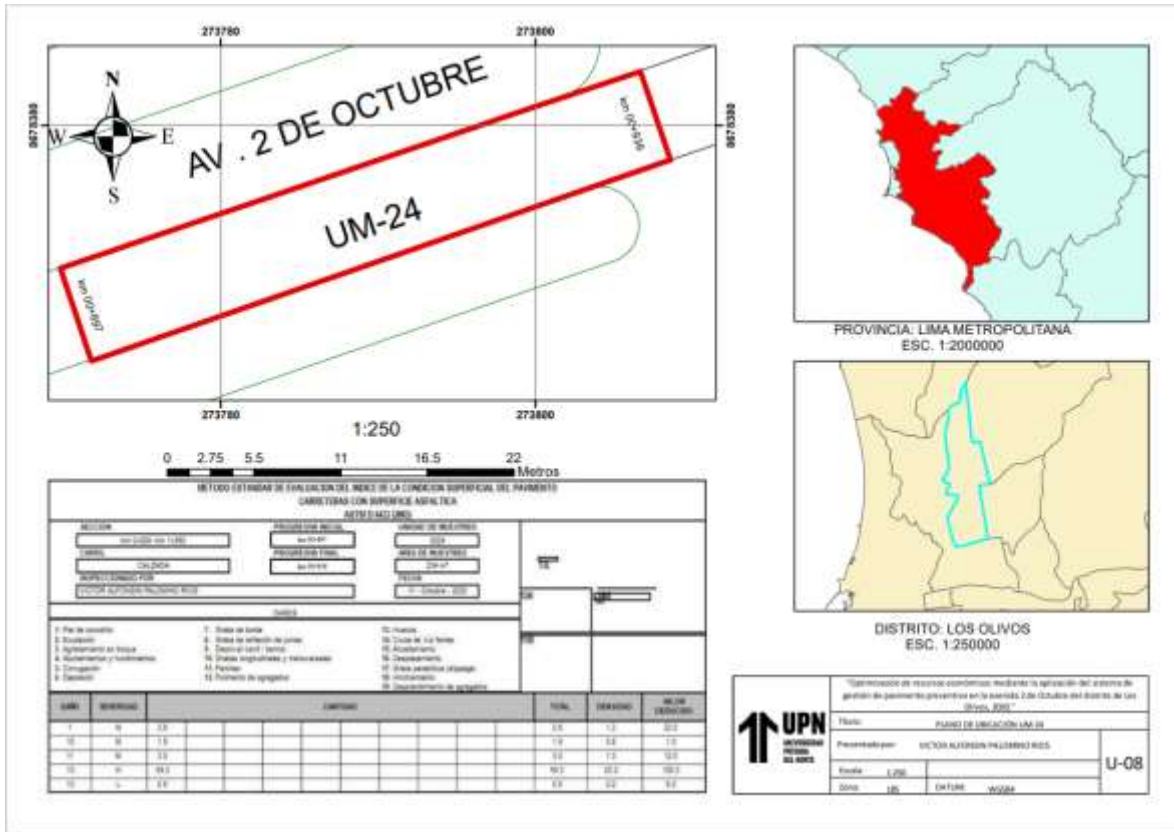


Figura 29. Sector 1-UM-24- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

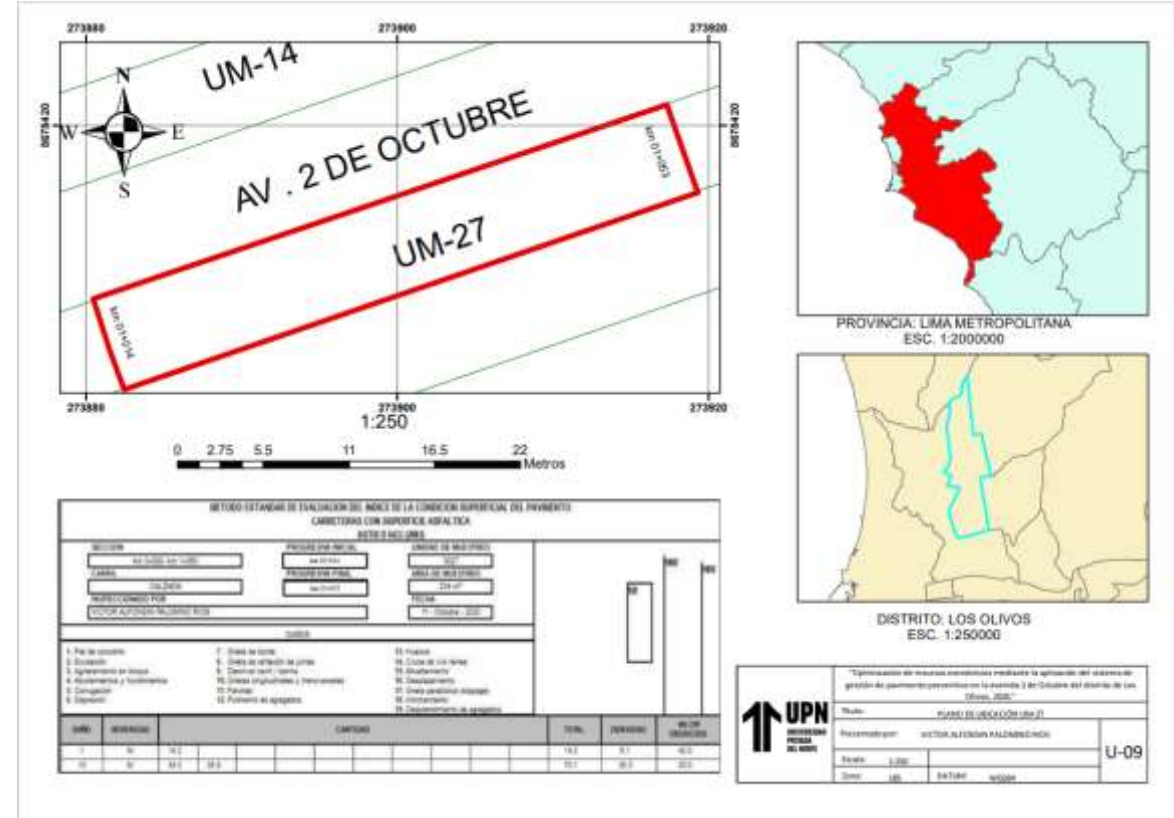


Figura 28. Sector 1-UM-27- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

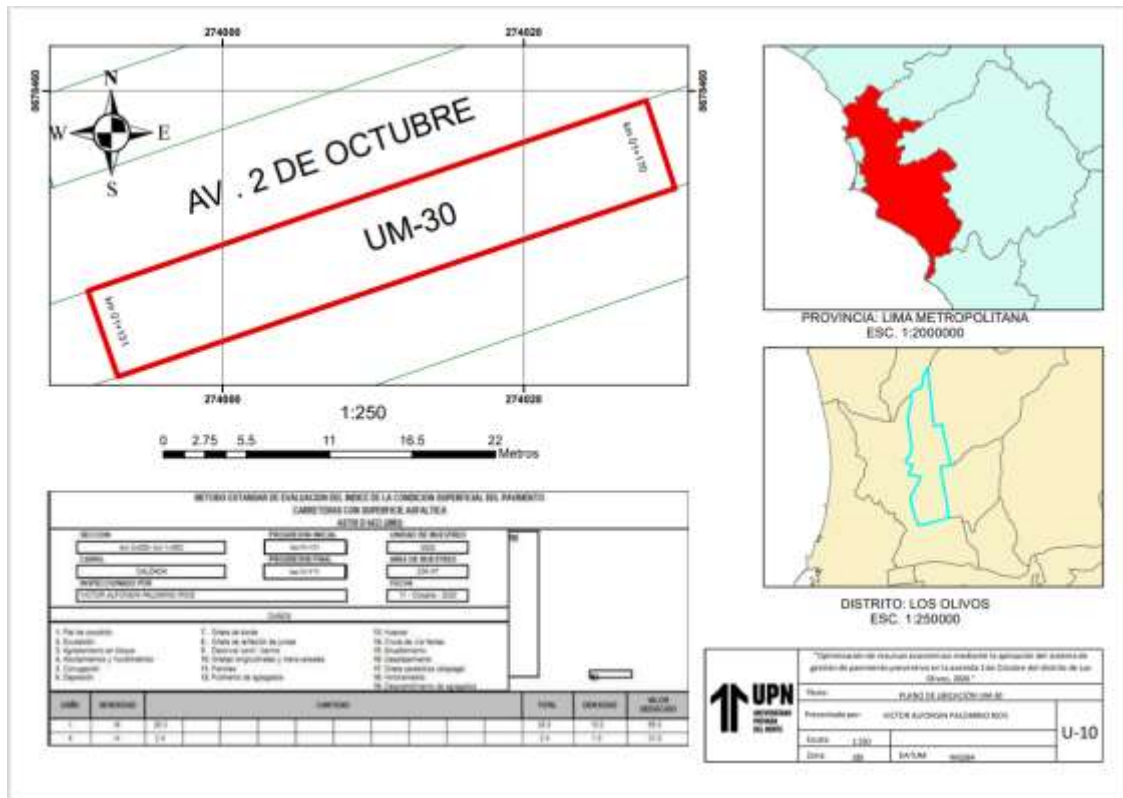


Figura 31. Sector 1-UM-30- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

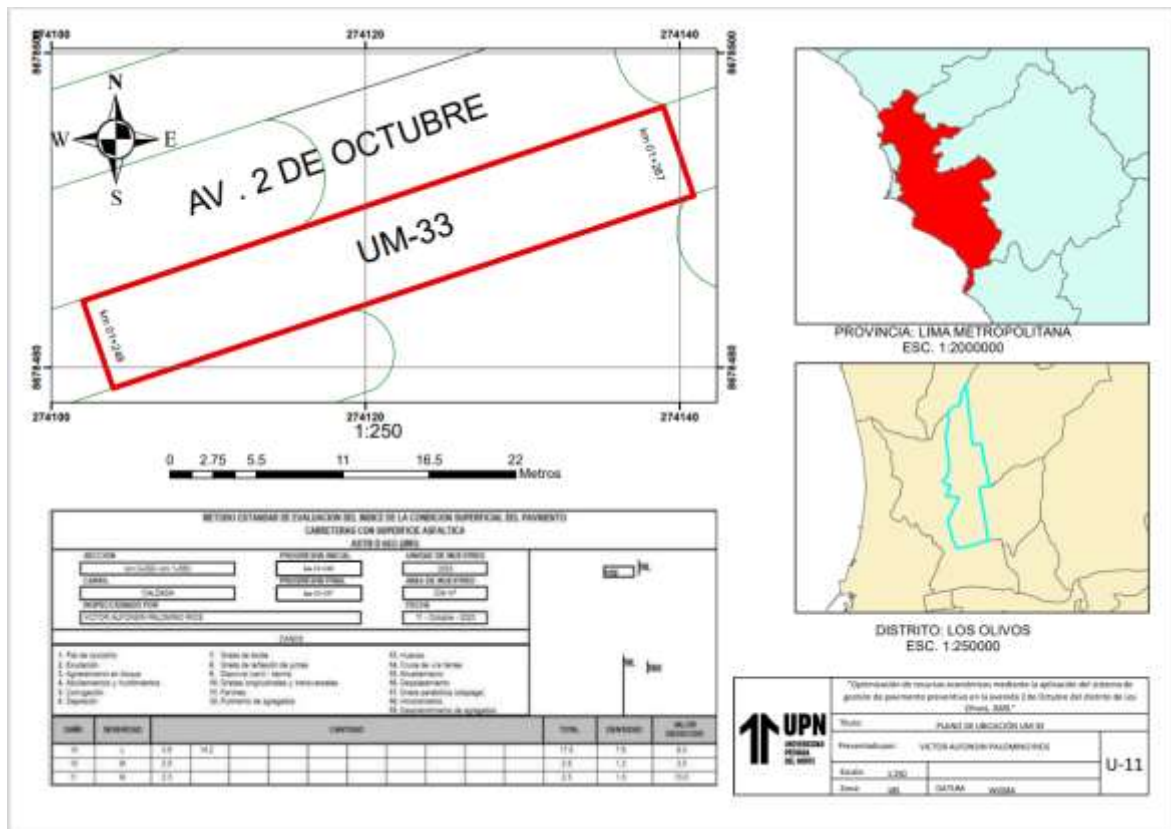


Figura 30. Sector 1-UM-33- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

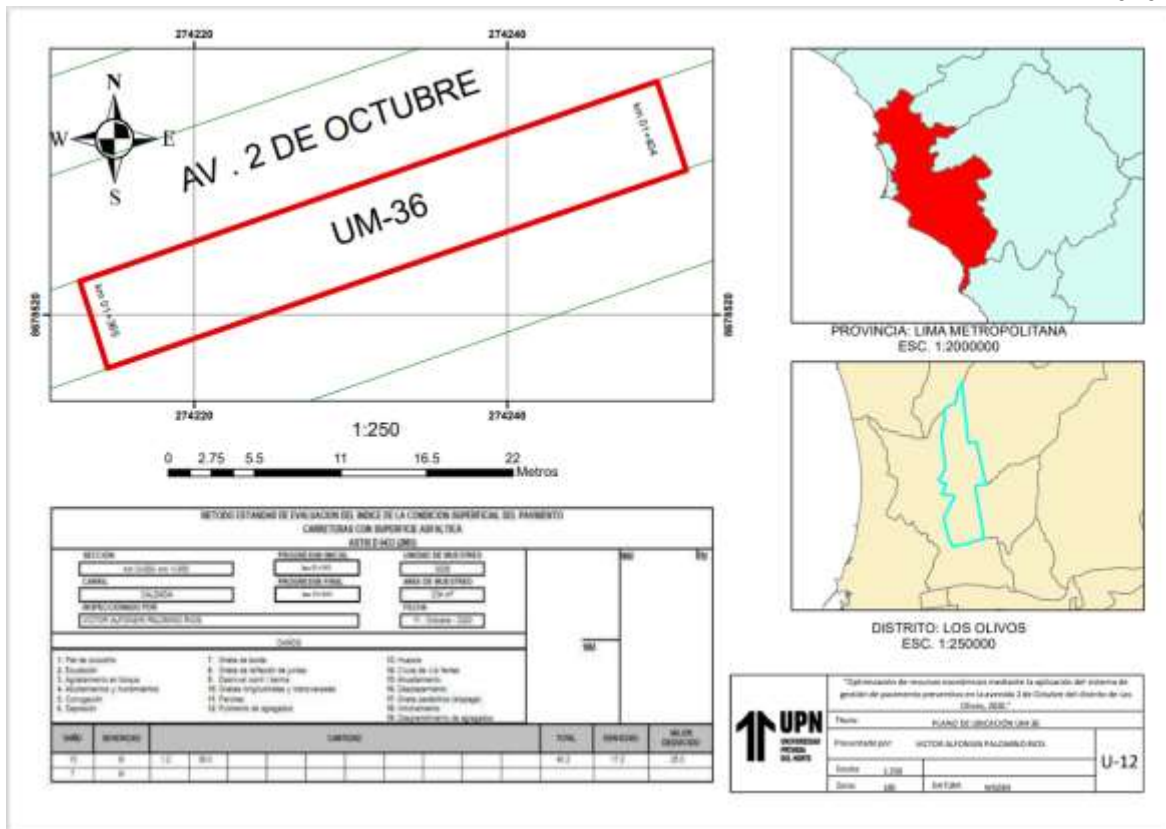


Figura 33. Sector 1-UM-36- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

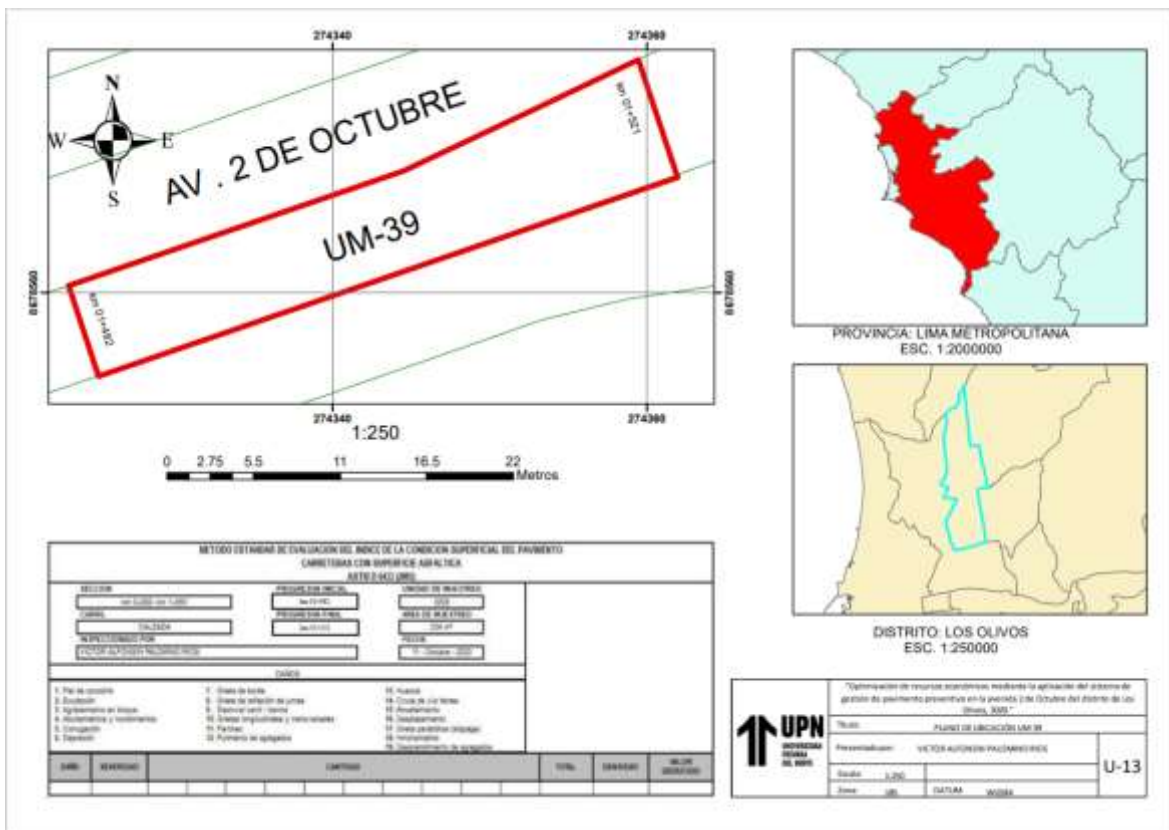


Figura 32. Sector 1-UM-39- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia



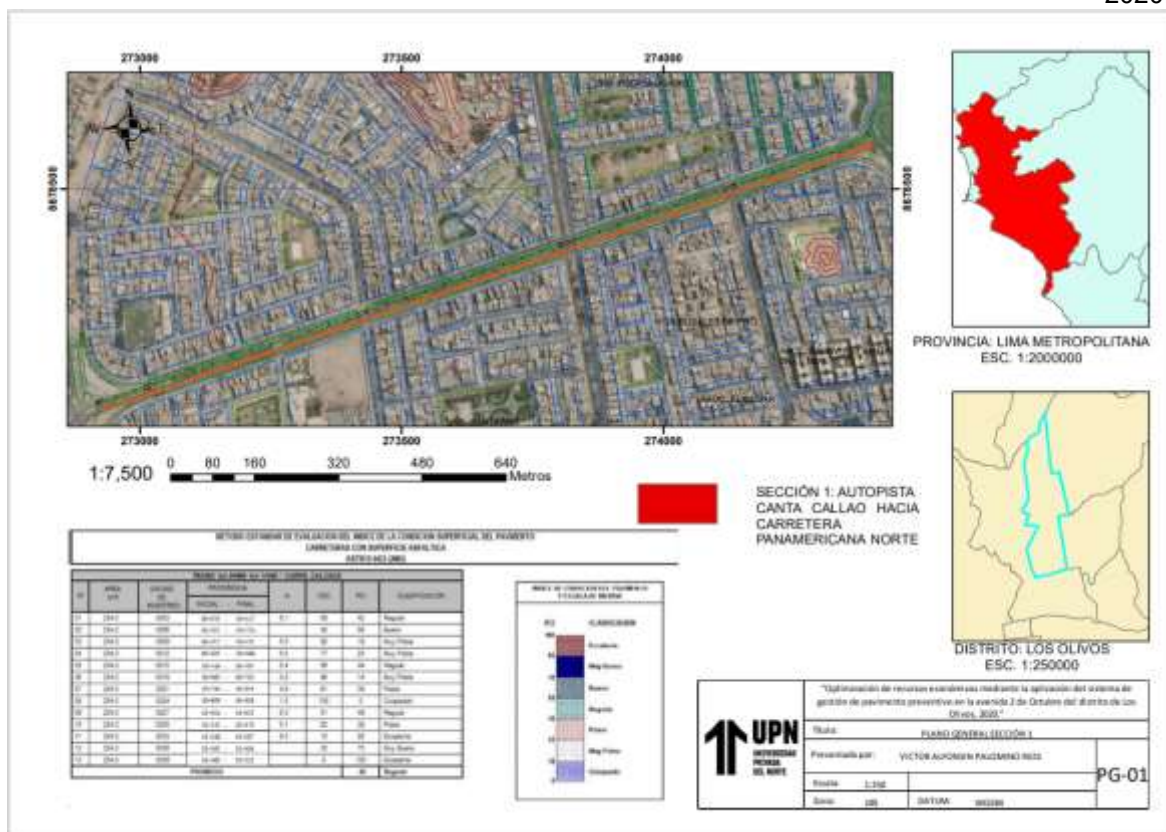


Figura 34. Sector 1- Ubicación general usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

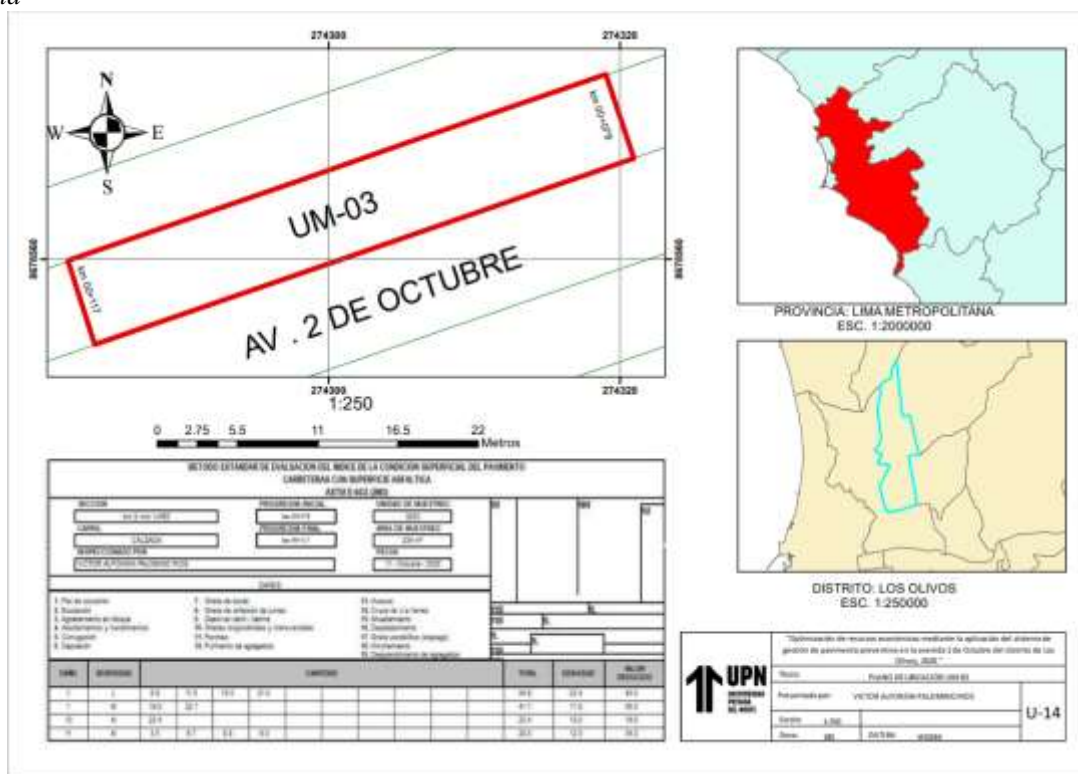


Figura 34. Sector 2-UM-3- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

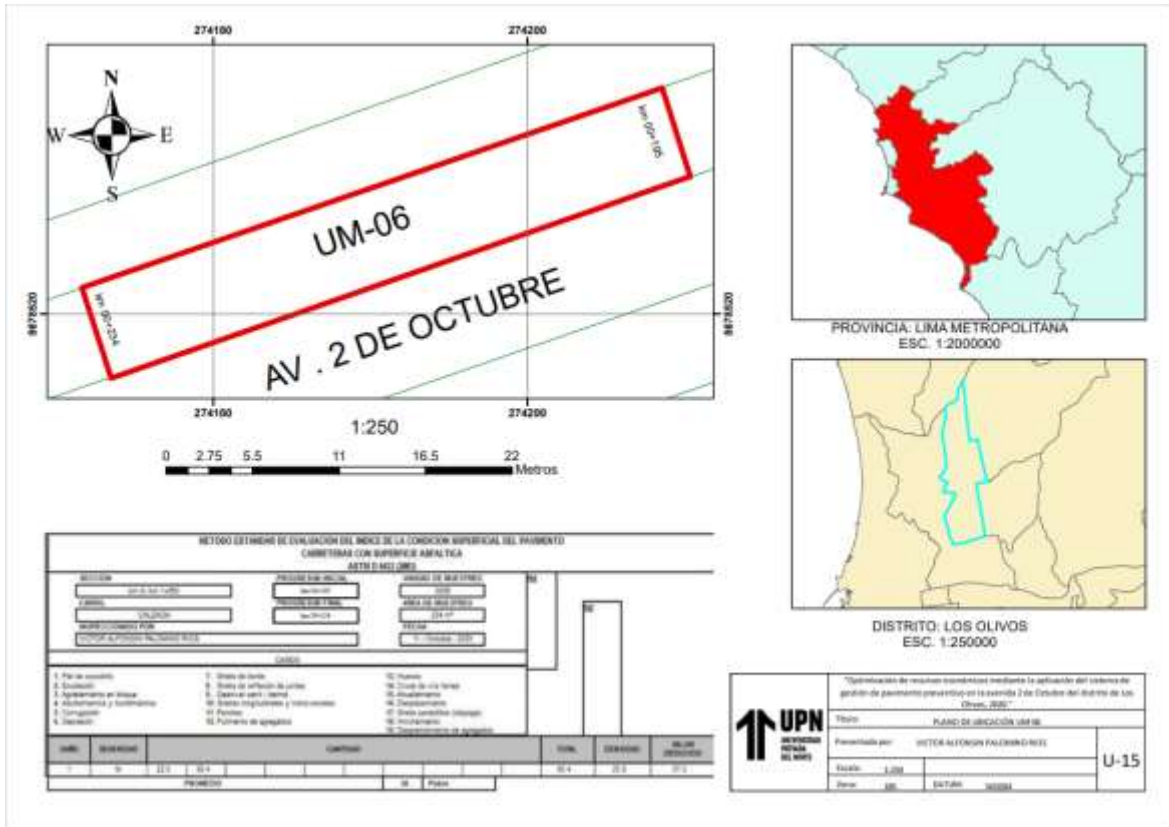
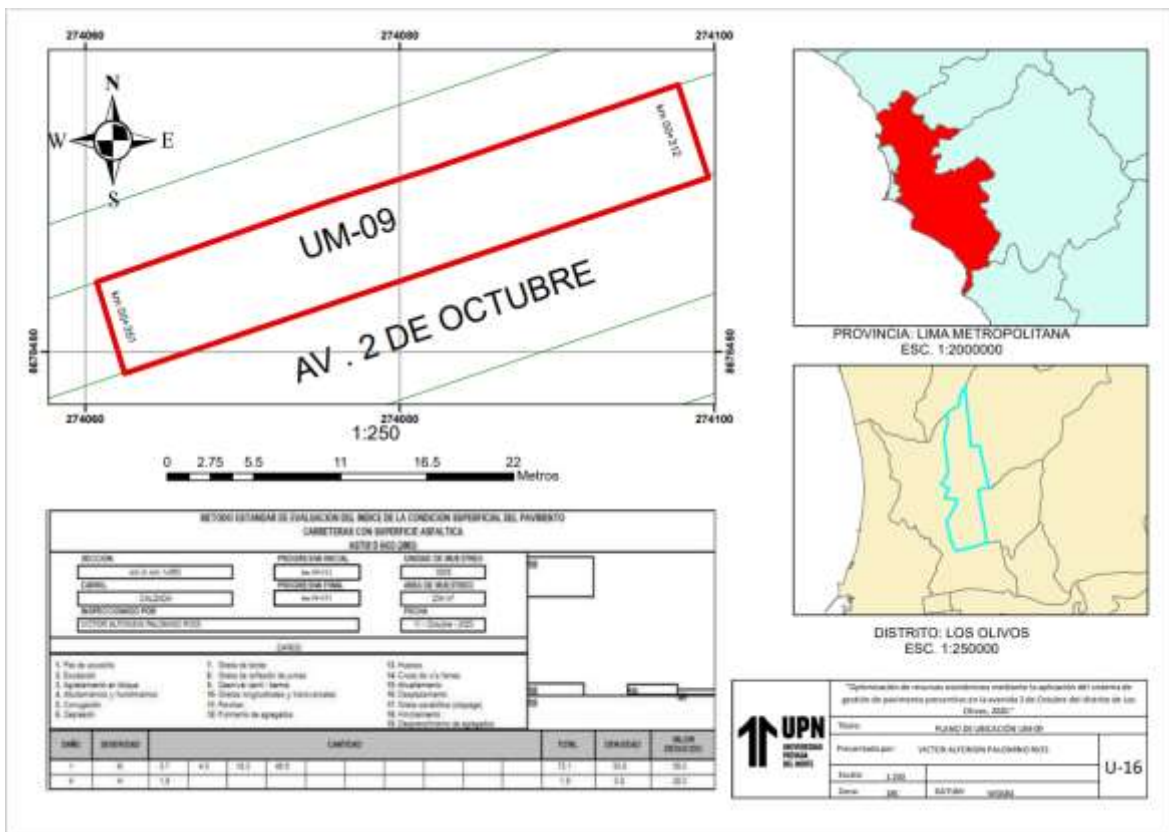


Figura 36. Sector 2-UM-6 Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia



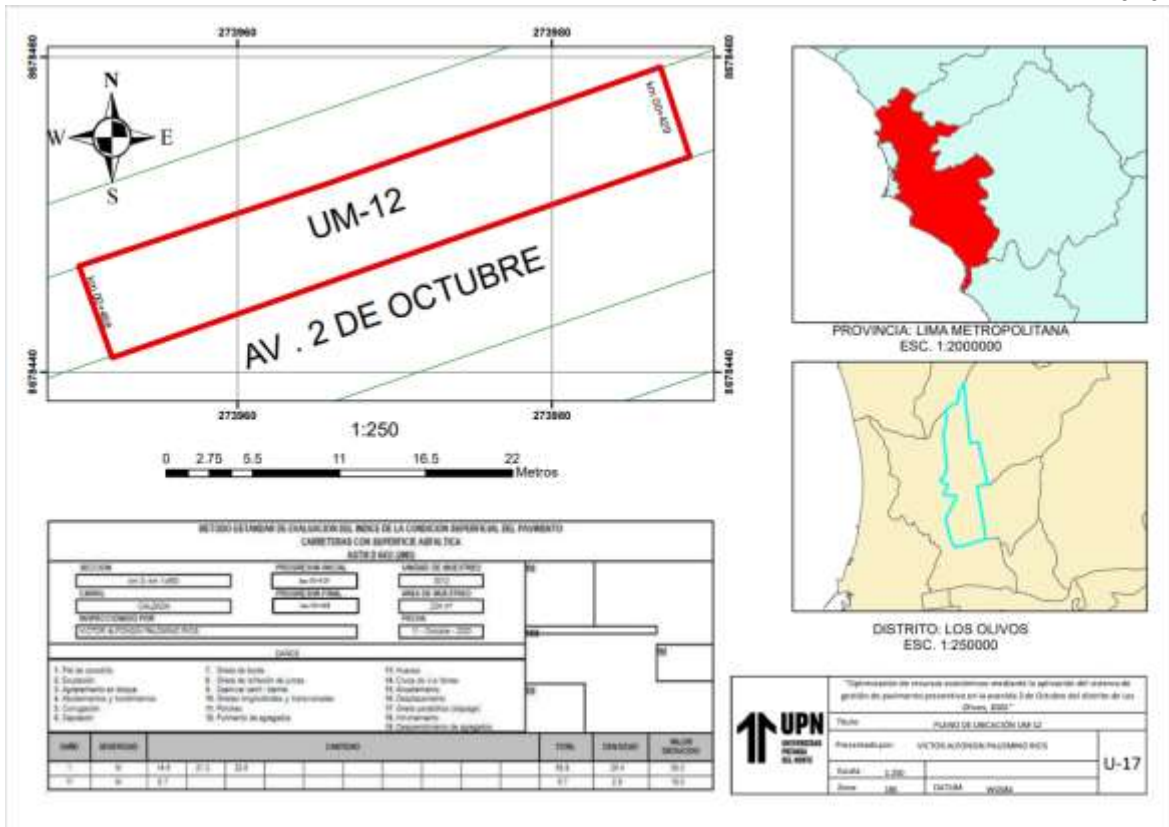


Figura 38. Sector 2-UM-15- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

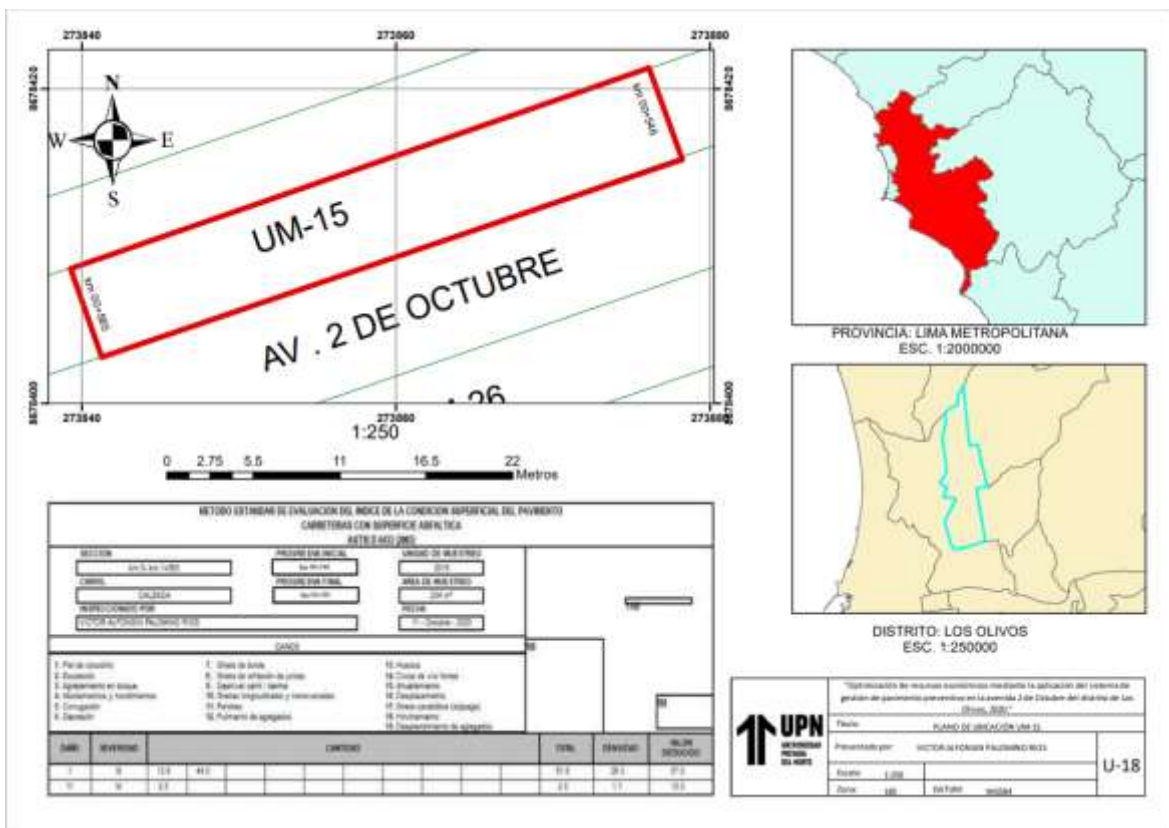


Figura 37. Sector 2-UM-12 Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

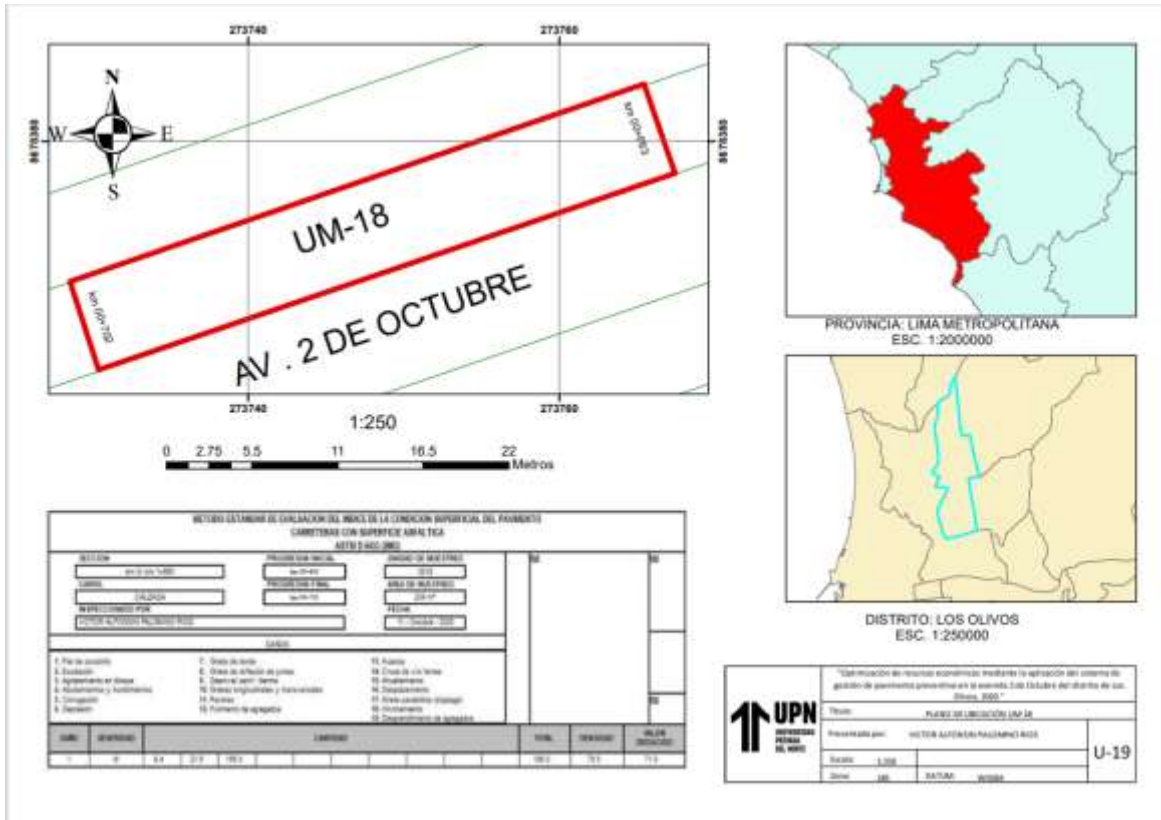


Figura 40. Sector 2-UM-18- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

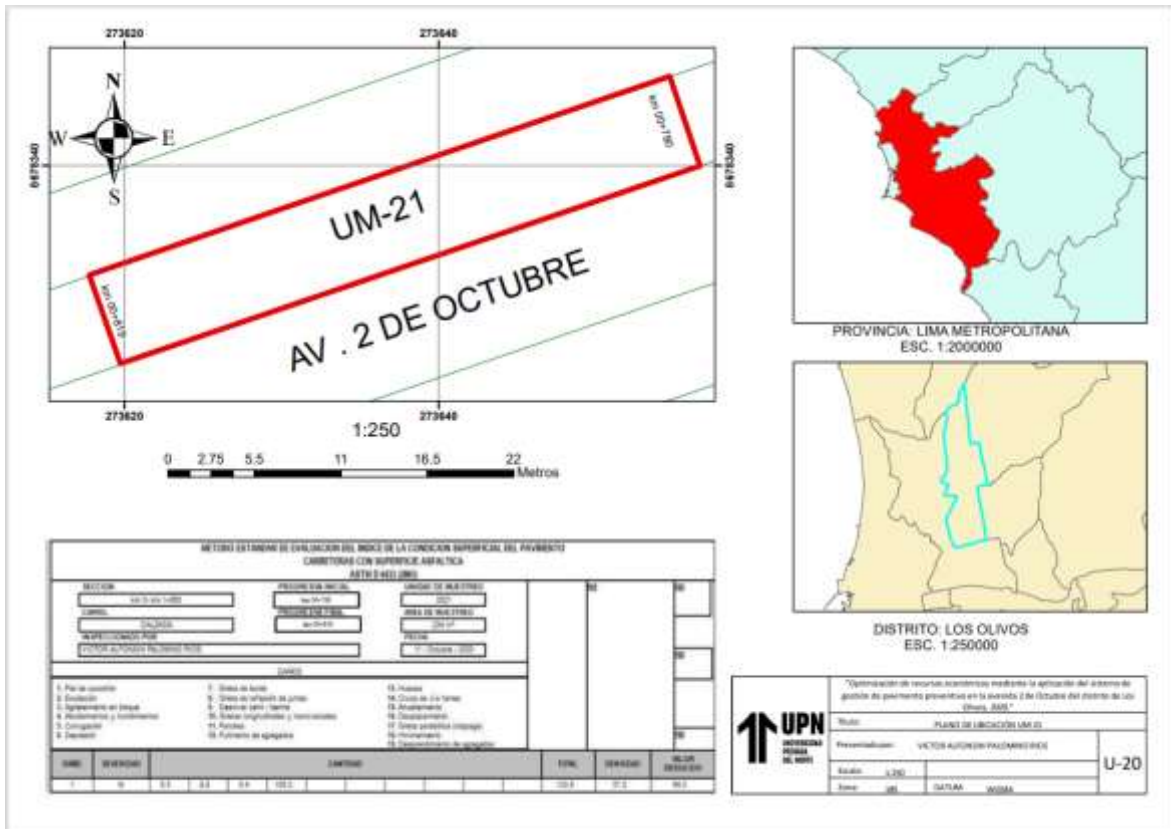


Figura 39. Sector 2-UM-21- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

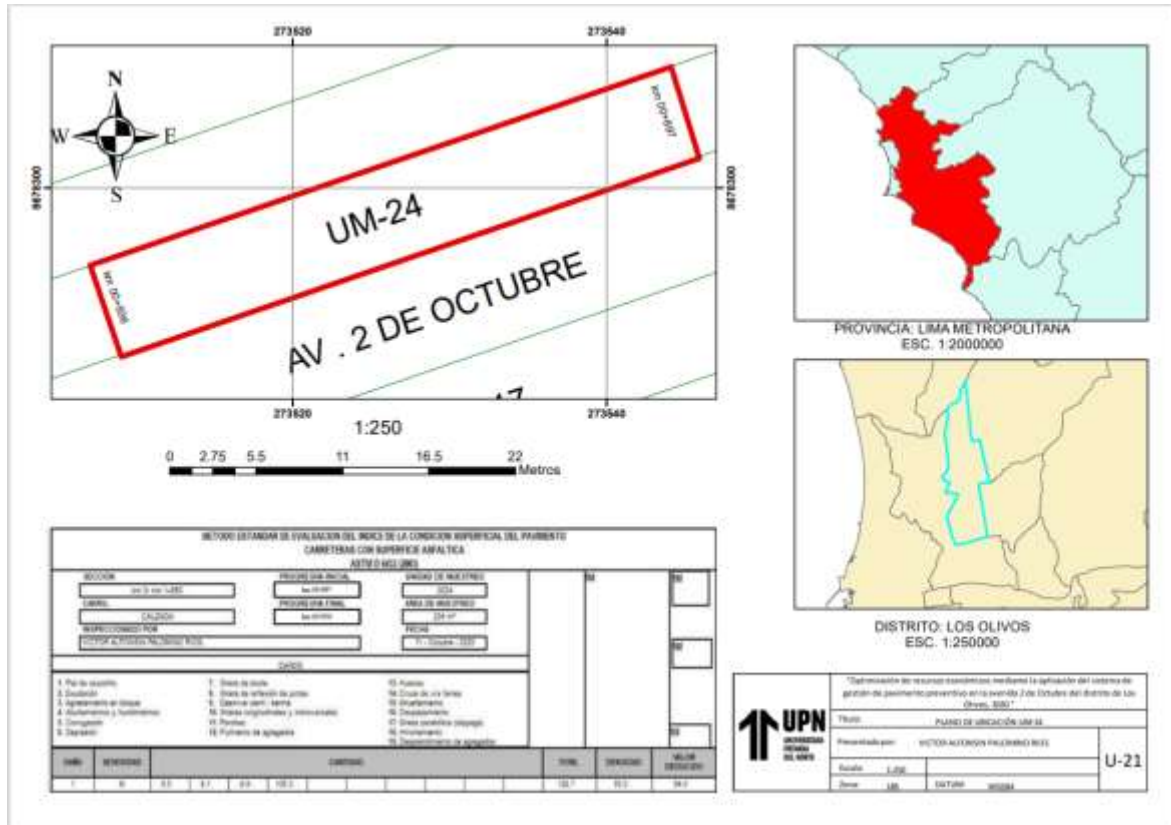


Figura 42. Sector 2-UM-24- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

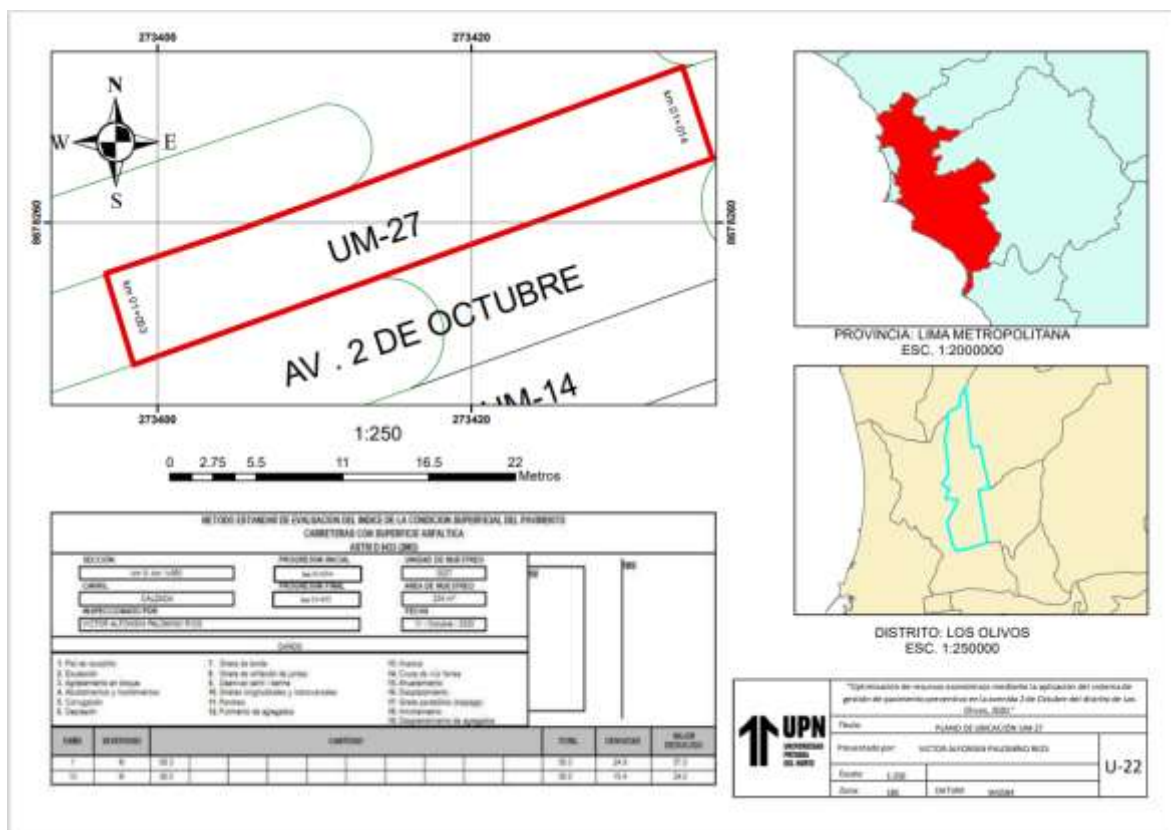


Figura 41. Sector 2-UM-27- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

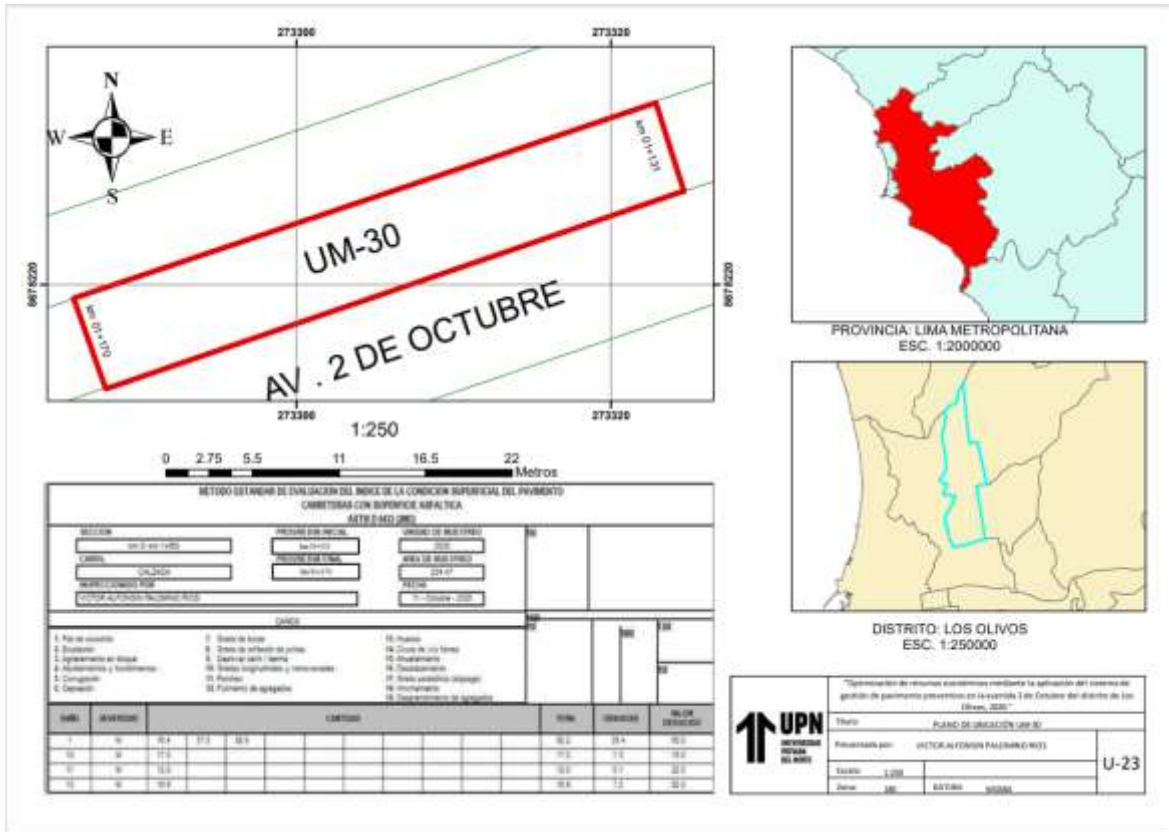


Figura 44. Sector 2-UM-30- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia

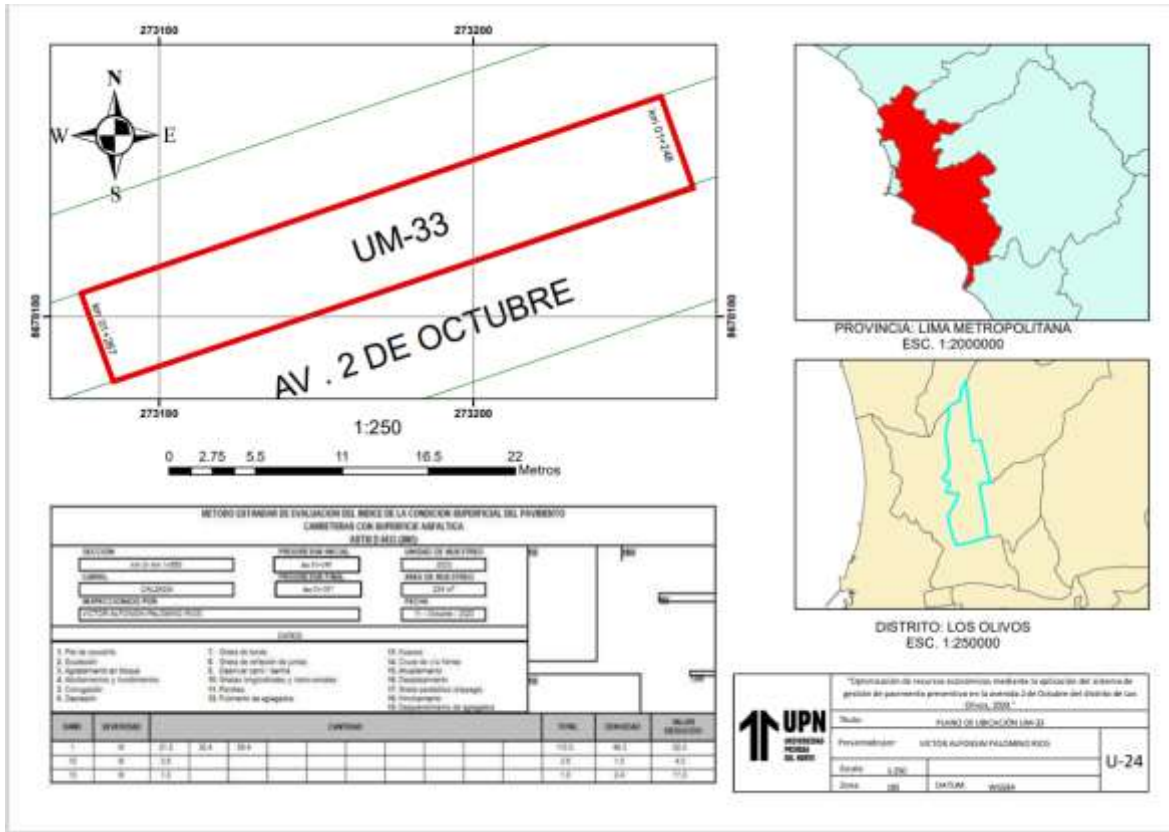


Figura 43. Sector 2-UM-33- Ubicación usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia



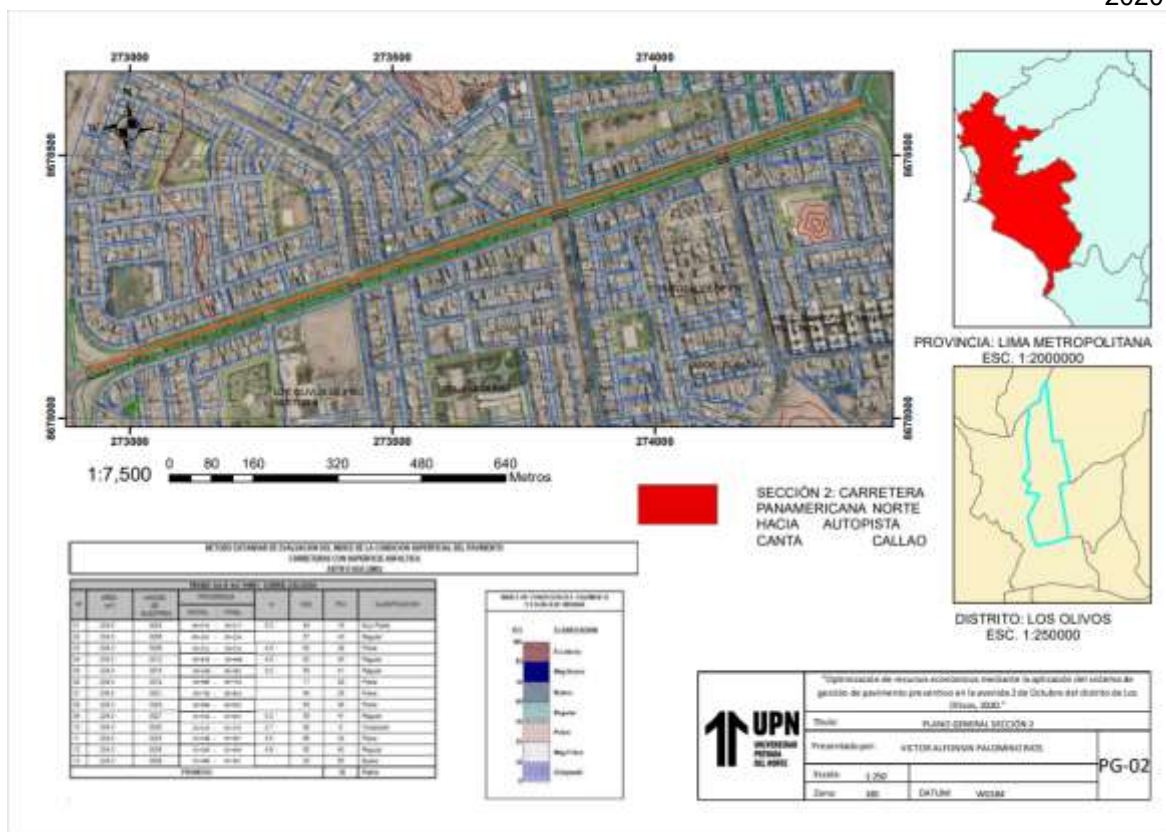


Figura 47. Sector 2-Resumen- Ubicación general usando ArcGis y procesamiento mediante EVALPAV. Fuente: Propia