



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA CIVIL

“Influencia de las intervenciones de las redes hidrosanitarias en el deterioro de las vías asfaltadas del cantón Riobamba.”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autores:

Pilco Llivisupa, Lorena Anabel

Yumiseba Costales, Steeven Javier

Tutor:

MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García.

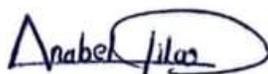
Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORÍA DE AUTORÍA

Nosotros, **Pilco Llivisupa Lorena Anabel** con cédula de ciudadanía **060474779-0** y **Yumiseba Costales Steeven Javier** con cédula de ciudadanía **060478217-7**, autores del trabajo de investigación titulado: **“INFLUENCIA DE LAS INTERVENCIONES DE LAS REDES HIDROSANITARIAS EN EL DETERIORO DE LAS VÍAS ASFALTADAS DEL CANTÓN RIOBAMBA”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 20 días del mes de noviembre de 2024.



Lorena Anabel Pilco Llivisupa

C.I: 060474779-0



Steeven Javier Yumiseba Costales

C.I: 060478217-7

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **MgSc. Carlos Saldaña** catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **“Influencia de las intervenciones de las redes hidrosanitarias en el deterioro de las vías asfaltadas del cantón Riobamba”**, bajo la autoría de **Pilco Llivisupa Lorena Anabel** y **Yumiseba Costales Steeven Javier**, por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 11 días del mes de octubre de 2024.



Handwritten signature of Carlos Sebastián Saldaña García, written in blue ink over a horizontal line. The signature is stylized and includes the date '11/10' written above the main stroke.

MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García

C.I: 030149658-4

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Influencia de las intervenciones de las redes hidrosanitarias en el deterioro de las vías asfaltadas del cantón Riobamba.”, presentado por Pilco Llivisupa Lorena Anabel con cédula de identidad número 060474779-0 y Yumiseba Costales Steeven Javier con cédula de identidad número 060478217-7, bajo la tutoría de MgSc. Carlos Sebastián Saldaña García; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación; Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 05 días del mes de diciembre del 2024.

Ing. Nelson Estuardo Patiño Vaca
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Ángel Edmundo Paredes García
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma

Ing. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluzza
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Firma



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, Pilco Llivisupa Lorena Anabel con CC: 060474779-0, y Yumiseba Costales Steeven Javier con CC: 060478217-7; estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Civil, VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado: "**Influencia de las intervenciones de las redes hidrosanitarias en el deterioro de las vías asfaltadas del cantón Riobamba**", cumple con el 9%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 25 de noviembre de 2024

Mgs. Carlos Saldaña García
TUTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la luz que ha guiado mi camino. Ustedes me han enseñado el valor del esfuerzo, la perseverancia y la importancia de nunca rendirse ante los desafíos, sin su guía y motivación, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos Deysi, Yadira y Kevin por ser mis cómplices en la vida, mis confidentes y mis mayores animadores. Gracias por estar siempre ahí, incluso en los momentos más difíciles.

A mis amigos, quienes han estado a mi lado en cada etapa de este proceso. Su amistad ha sido un pilar fundamental en mi vida, y cada conversación, cada risa y cada consejo han contribuido a mi crecimiento personal y académico.

Y, especialmente, a todos aquellos que han creído en mí y me han inspirado a seguir adelante. Esta tesis es un reflejo de su confianza y aliento. A cada persona que ha cruzado mi camino y ha dejado una marca en mi corazón, les dedico este trabajo con gratitud y amor.

Dedico este trabajo de investigación primeramente a Dios y a la madre Dolorosa por ser un guía, por darme la fortaleza en este camino de estudio y sacrificio durante mi etapa estudiantil.

A mis padres, que sin su sacrificio diario y amor incondicional no lograría culminar esta etapa en mi vida. A mis familiares y mis abuelitos que estuvieron conmigo en todo momento.

A mis hermanos, Mauricio y Marco Fabián, que desde el cielo siempre ha sido mi ángel de la guarda, el que siempre está conmigo en todo momento y me protege en cada paso que doy.

A Valeria, que durante todo este proceso me ha acompañado, me ha apoyado y ha sido una motivación especial en mi vida.

Y a mis amigos, que, sin su apoyo, sus consejos, sus anécdotas, mi vida estudiantil no hubiese sido la misma.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestro profundo agradecimiento a Dios por habernos acompañado y guiado en cada decisión tomada a lo largo de este proceso de formación. Su protección y orientación nos han permitido avanzar con firmeza en cada paso dado, llevándonos a este momento de culminación de nuestra carrera.

Nos gustaría expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, por formarnos primero como personas y luego como profesionales, por brindarnos una formación académica integral, por facilitarnos sus recursos y espacios que la universidad pone a disposición a sus estudiantes, desde la biblioteca y los laboratorios hasta los talleres y las actividades extracurriculares, los cuales han sido esenciales para la elaboración de esta investigación.

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento al Ing. Carlos Saldaña, por su guía, dedicación y paciencia durante todo el proceso de elaboración de esta investigación. Su conocimiento, experiencia y compromiso fueron parte fundamental para poder culminar de mejor manera este proyecto.

ÍNDICE

DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
ÍNDICE GENERAL.....	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Antecedentes.....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Deterioro vial.....	22
2.2. Índice de condición del pavimento (PCI).....	22
2.3. Causas y tipos de las fallas en pavimentos flexibles	23
2.4. Ciclo de vida de las vías.....	24
2.5. Edad de la vía	28
2.7. Gestión de las redes hidrosanitarias.....	28
2.8. Calidad de las obras hidrosanitarias.....	29
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo de Investigación.....	30
3.2. Diseño de Investigación	31
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	31
3.4. Unidad de análisis.....	31
3.5. Población de estudio	32
3.6. Selección de la muestra.....	32
3.7. Hipótesis.....	33
3.8. Método de análisis y procesamiento de datos	33

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Datos generales de las vías analizadas	40
4.2. Tipos de fallas.....	40
4.3. PCI.....	41
4.4. Edad de las vías	47
4.5. Incidencia de las fallas	48
4.6. Impacto de las redes hidrosanitarias en las vías	49
4.7. Incidencia de la intervención de EMAPAR en las vías asfaltadas del cantón Riobamba	52
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. CONCLUSIONES	53
5.2. RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Condición de la vía sin mantenimiento.	25
Figura 2	Condición de la vía con y sin mantenimiento.	27
Figura 3	Curva de deterioro, caminos estructura suficiente.	28
Figura 4	Metodología propuesta para el proyecto de investigación.....	30
Figura 5	Valor deducido del daño – Piel de Cocodrilo.....	36
Figura 6	Curvas de Valor Deducido Corregido.....	37
Figura 7	Fotografía satelital de las vías levantadas.	40
Figura 8	Tipos de fallas más comunes identificadas en las vías de la ciudad de Riobamba.	40
Figura 9	Comparativa del PCI Promedio de las vías sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.....	41
Figura 10	Comparativa entre la mediana del PCI de las vías obtenidas sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.	43
Figura 11	Comparativa entre los Valores Deducidos Totales (VDT) promedio de las vías sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.	44
Figura 12	Comparativa entre la mediana del VDT de las vías obtenidas sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.	45
Figura 13	Edad de las vías.	47
Figura 14	Incidencia de las fallas por intervención hidrosanitaria.....	48
Figura 15	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Darquea.	49
Figura 16	Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de ida).	50
Figura 17	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Francia.	51
Figura 18	Resultado de la intervención de las obras hidrosanitarias en las vías de asfalto de la ciudad de Riobamba.	52
Figura 19	Impacto de OH con relación al PCI de la vía JFP ida.....	67
Figura 20	Impacto de OH con relación al PCI de la vía JFP vuelta.	67
Figura 21	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Puruhá ida.	68
Figura 22	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Puruhá vuelta.....	68
Figura 23	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Valenzuela.	69
Figura 24	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Joaquín Chiriboga.....	69

Figura 25	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Cuba 2.....	70
Figura 26	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Cuba 1.....	70
Figura 27	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Darquea.....	71
Figura 28	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Morona.....	71
Figura 29	Impacto de OH en relación al PCI de la vía 24 de Mayo.	72
Figura 30	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Almagro.	72
Figura 31	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Alvarado.....	73
Figura 32	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Virgilio Corral.	73
Figura 33	Impacto de OH en relación al PCI de la vía 11 de Noviembre.	74
Figura 34	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Tarqui.....	74
Figura 35	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Francia.	75
Figura 36	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Cesar León Hidalgo.....	75
Figura 37	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Barón de Carondelet.....	76
Figura 38	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Loja.....	76
Figura 39	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Orozco.....	77
Figura 40	Impacto de OH con relación al PCI de la vía León Febres Cordero 1.	77
Figura 41	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Alausí.....	78
Figura 42	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Luz Eliza Borja.....	78
Figura 43	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Vicente Rocafuerte.	79
Figura 44	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Gerónimo Carrión.....	79
Figura 45	Impacto de OH con relación al PCI de la vía José María Urbina.	80
Figura 46	Impacto de OH con relación al PCI de la vía México 1.	80
Figura 47	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Francisco Rosales.	81
Figura 48	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Junín.....	81
Figura 49	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Antonio Borrero.....	82
Figura 50	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Vicente Ramon Roca.	82
Figura 51	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mariana de Jesús.	83
Figura 52	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Galo Plaza.	83
Figura 53	Impacto de OH con relación al PCI de la vía José Velasco Ibarra.	84
Figura 54	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Carabobo.....	84
Figura 55	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Juan Montalvo.....	85

Figura 56	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Xavier Espinoza.	85
Figura 57	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Chimborazo.	86
Figura 58	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Patria Libre.	86
Figura 59	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Jaime Roldós Aguilera.	87
Figura 60	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Guano.	87
Figura 61	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas I.	88
Figura 62	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas II.	88
Figura 63	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas III.	89
Figura 64	Impacto de OH en relación al PCI de la vía Argentinos.	89
Figura 65	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Chiriboga.	90
Figura 66	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Venezuela.	90
Figura 67	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Ayacucho.	91
Figura 68	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas I.	91
Figura 69	Impacto de OH en relación al PCI de la vía Junín II.	92
Figura 70	Impacto de OH con relación al PCI de la vía México.	92
Figura 71	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Luis Cordovez.	93
Figura 72	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Febres Cordero.	93
Figura 73	Impacto de OH con relación al PCI de la vía New York.	94
Figura 74	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Buenos Aires.	94
Figura 75	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Febres Cordero II.	95
Figura 76	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Luz Elisa Borja II.	95
Figura 77	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Prolongación Vicente Ramón Roca.	96
Figura 78	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Araujo Chiriboga.	96
Figura 79	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes ida carril derecho. ...	97
Figura 80	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes ida carril izquierdo. .	97
Figura 81	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes vuelta carril derecho.	98
Figura 82	Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes vuelta carril izquierdo.	98
Figura 83	Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de ida).	99

Figura 84 Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de ida)..... 99

Figura 85 Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de vuelta). 100

Figura 86 Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de vuelta). 100

Figura 87 Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de ida)..... 101

Figura 88 Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de ida)..... 101

Figura 89 Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de vuelta). 102

Figura 90 Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de vuelta). 102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Rangos de clasificación del PCI.....	23
Tabla 2	Tipos de fallas consideradas para la evaluación del pavimento.....	24
Tabla 3	Daños evaluados en pavimentos asfálticos.....	34
Tabla 4	Matriz de recolección de información.....	35
Tabla 5	Matriz para la obtención del máximo valor deducido corregido de la muestra.....	37
Tabla 6	Matriz de resultados para el PCI.....	39
Tabla 7	Matriz de resultados para el Valor Deducido.....	39
Tabla 8	Resultados del PCI de la vía con y sin intervención hidrosanitaria y edad de la vía.	58
Tabla 9	Resultados del Valor Deducible y el Valor Deducible Corregido.....	61
Tabla 10	Porcentaje de incidencia del servicio de alcantarillado para cada vía.....	64

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la incidencia de la intervención de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPAR) en la gestión de conservación de las vías asfaltadas del cantón Riobamba. La conservación de carreteras es crucial para el crecimiento económico urbano, ya que optimiza el transporte de mercancías y servicios, mejorando la conectividad y accesibilidad entre distintas regiones del país, además de garantizar la seguridad vial al minimizar el riesgo de accidentes de tránsito y disminuir los costos asociados con reparaciones preventivas y el mantenimiento regular de las vías deterioradas. El método utilizado se estructuró en tres etapas: actividades iniciales donde se determinó el número de kilómetros y muestras a realizar; trabajo de campo donde se llevó a cabo una inspección visual de las carreteras y análisis de resultados, donde se obtuvo el valor del PCI siguiendo la normativa ASTM D6433 para asegurar la precisión en la evaluación, el cálculo de la edad de las vías, basada en la metodología propuesta por (Picado, 2016) establecida en la ecuación de la Curva de Deterioros de Caminos con Estructura Suficiente, los Valores Deducidos y el porcentaje de incidencia de las obras hidrosanitarias. Los resultados arrojaron un valor de incidencia del 42% de la intervención de EMAPAR en el deterioro de las vías asfaltadas del cantón Riobamba, concluyendo así que los trabajos de alcantarillado por parte de EMAPAR influyen en la conservación de las carreteras, siendo así que se propone utilizar nuevos métodos constructivos para realizar los trabajos pertinentes de alcantarillado.

Palabras Clave: PCI, Valores Deducidos, Alcantarillado, Edad de la vía.

ABSTRACT

The current research aims to determine the impact of the Empresa de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPAR) intervention in the conservation management of asphalt roads in the canton of Riobamba. Road maintenance is crucial for urban economic growth since it optimizes the transport of goods and services, improving connectivity and accessibility between different regions of the country, as well as ensuring road safety by minimizing the risk of traffic accidents and reducing the costs associated with preventive repairs and regular maintenance of deteriorated roads. The method consisted of three stages: initial activities, which were vital to determine the number of kilometers and samples to perform. Another stage was fieldwork, where the researcher visually inspected the roads and analyzed the results. Therefore, it was possible to obtain the PCI value following the ASTM D6433 standard to ensure accuracy in the evaluation, the calculation of the age of the roads based on the methodology proposed by (Picado, 2016) established in the equation of the Deterioration Curve of Roads with Sufficient Structure, the Deducted Values and the percentage of incidence of hydro-sanitary works. The results showed an incidence value of 42% of EMAPAR's intervention in the deterioration of the asphalt roads in the canton of Riobamba, thus concluding that EMAPAR's sewerage works influence the conservation of the streets, therefore proposing the use of new construction methods to carry out the relevant sewerage works.

Key words: PCI, Deducted Values, Sewerage, Age of the road.



Reviewed by:
Mgs. Jessica María Guaranga Lema
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0606012607

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En Ecuador, la facultad de "planificar, construir y mantener caminos" se divide entre los niveles central, provincial y municipal. El nivel central se ocupa de las redes viales clasificadas como carreteras nacionales, los municipios de las vías en áreas consolidadas (o "urbanas"), y el resto de la red vial es de competencia provincial (CONGOPE, 2019).

Ecuador es uno de los países latinoamericanos que se han enfocado en la construcción, terminación y mantenimiento de carreteras durante los últimos años (NEVI 12-6, 2013) sin embargo ha sido evidente el deterioro de las vías al poco tiempo de su construcción debido a la ineficiente gestión de conservación vial que ha provocado que las vías no cumplan con su periodo de vida, perjudicando directamente a los usuarios los cuales se ven afectados en el costo de operación vehicular y dependiendo del grado de deterioro, en el costo de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción a las instituciones administradoras de redes viales. (Paredes Sandoval & Rodriguez Gonzales, 2011).

El deterioro de los pavimentos debido a las redes de agua potable es un tema importante que debe ser adecuadamente gestionado.

EMAPAR es una empresa pública municipal que suministra los servicios de Agua Potable y Alcantarillado para mejorar el nivel de vida de los habitantes del cantón Riobamba (EMAPAR, 2016). Entre las funciones y actividades relacionadas con la gestión técnica y operativa de la EMAPAR se encuentra la Gestión de Ingeniería que se encarga de planificar, desarrollar, ejecutar y evaluar los proyectos de agua potable y alcantarillado, con los correspondientes estudios de pre factibilidad y presupuesto, tomando en cuenta el impacto social y ambiental de los mismos y la Gestión de Operaciones que dirige, supervisa y controla la operación, evaluación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado orientado al asesoramiento técnico solicitado por el usuario y la comunidad (EMAPAR, 2016); las dos gestiones antes mencionadas influyen directamente con la preservación vial al realizar mantenimiento de las redes hidrosanitarias, en cuanto a: control de fugas, cambios en las redes y ampliación de acometidas domiciliarias. Una buena gestión de las redes hidrosanitarias puede ayudar a minimizar estos problemas y preservar el estado de las vías.

En este proyecto de investigación se pretende determinar la incidencia de las intervenciones de las redes hidrosanitarias en el deterioro de las vías urbanas asfaltadas del cantón Riobamba.

1.1 Planteamiento del problema

Para abarcar la temática en cuestión nos planteamos las siguientes preguntas:

¿En qué medida influye la intervención de EMAPAR en el estado de conservación de las vías de asfalto en el cantón Riobamba?

Según (Interempresas, 2014) La gestión de operaciones, que se encarga del mantenimiento de las redes de agua y saneamiento, tiene un impacto directo en el deterioro de las vías urbanas, ya que se encarga de los procedimientos siguientes.

- Reparaciones en tuberías: Cuando la EMAPAR (Empresa Municipal de Agua potable y Alcantarillado) detecta una fuga o daño en las tuberías del sistema de agua potable o alcantarillado, es responsable de realizar las reparaciones necesarias (EMAPASR-EP, 2024) Esto implica localizar con exactitud el punto de la fuga, incluyendo la excavación del área afectada si es necesario y reparar o reemplazar la sección dañada de la tubería. Las reparaciones pueden incluir técnicas como soldadura, sellado de juntas o el reemplazo completo de la tubería dañada.
- Cambios en las redes: En ocasiones se deberán realizar cambios o modificaciones en las redes de distribución de agua potable y alcantarillado, esto puede ser necesario para optimizar el flujo de agua, ampliaciones de cobertura del sistema, adaptarse a cambios demográficos o mejorar la eficiencia operativa, lo que a su vez involucra instalación de nuevas tuberías, reubicación de puntos de conexión, creación de estaciones de bombeo adicionales o la creación de nuevos tramos de red (EMAPASR-EP, 2024)
- Ampliación de acometidas domiciliarias: Cuando es necesario ampliar o instalar nuevas acometidas domiciliarias (conexiones entre la red principal), la EMAPAR se encarga de realizar los trabajos correspondientes, lo que implica: Excavación de zanjas, instalación de tuberías y accesorios, conexión de la acometida a la red principal y a la acometida al sistema interno de la propiedad (Directorio et al., n.d.)

El mantenimiento hidrosanitario afecta a las vías al tener impacto en el flujo vehicular, la estructura del pavimento y comunicación de la siguiente manera:

- a) Congestión vehicular: Cuando se realizan reparaciones o modificaciones en los sistemas de agua potable y alcantarillado, puede ser necesario cerrar temporalmente ciertos tramos de vías o establecer desvíos para facilitar el acceso a las áreas donde se realizarán las reparaciones. Mientras se llevan a cabo los trabajos, estas interrupciones en la vialidad pueden causar demoras y ralentizaciones del tráfico, especialmente en áreas con alto flujo de tráfico. La preservación de las redes hidrosanitarias y la prevención del deterioro de las vías urbanas se pueden lograr mediante el uso de técnicas y materiales adecuados, inspecciones regulares, reparaciones rápidas de fugas y renovaciones preventivas (CONAGUA, 2009).
- b) Alteración en la estructura del pavimento: Para acceder a las tuberías subterráneas, puede ser necesario realizar excavaciones en las vías públicas, dependiendo de la magnitud de las obras de mantenimiento hidrosanitario. La estructura del pavimento puede verse temporalmente afectada por estas excavaciones, dejando áreas abiertas o superficies irregulares. Después de las reparaciones, el pavimento afectado se reemplaza y repara para que vuelva a su estado original. Sin embargo, la condición inicial del pavimento se deteriora durante este proceso, lo que reduce el ciclo de vida útil inicial de la vía (Rodríguez, Velastequí, 2019).
- c) Comunicación y acceso: En algunas situaciones, el mantenimiento de los sistemas de agua y alcantarillado puede dificultar la comunicación y el acceso a ciertas áreas. Por ejemplo, cerrar una calle o avenida principal puede tener un impacto negativo en la conectividad y la capacidad de los vehículos para llegar a su destino de manera directa. Esto puede requerir la implementación de rutas alternativas y señalización adecuada para informar a los conductores sobre los desvíos. Además, es posible que se produzcan interrupciones temporales en los servicios de transporte público, lo que tendría un impacto en la movilidad de las personas (Gobierno de México, 2023).

¿Cómo se ve afectado el ciclo de vida útil de las vías asfaltadas del cantón Riobamba al ser intervenidas por la EMAPAR?

El mantenimiento hidrosanitario que requiere excavaciones y reparaciones en las vías puede tener un impacto en la vida útil del pavimento, especialmente si no se lleva a cabo de manera adecuada. Las excavaciones y las obras en las vías pueden debilitar la estructura del pavimento y afectar su resistencia y durabilidad.

Si se realiza una mala gestión del mantenimiento hidrosanitario puede afectar negativamente el ciclo de vida útil de las vías y acelerar su deterioro, entre los impactos generados por una mala gestión se determinan:

- a) Daños al pavimento: Las malas prácticas durante las excavaciones o la falta de una adecuada reparación del pavimento después de realizar trabajos de mantenimiento de las redes de agua y saneamiento pueden generar irregularidades en la superficie del pavimento y debilitar su estructura. Esto puede provocar la aparición de baches, grietas y deformaciones prematuras, lo cual acorta la vida útil del pavimento (Ruiz, 2011).
- b) Infiltración de agua: Si las reparaciones o modificaciones en las redes de agua y saneamiento no se ejecutan de forma apropiada, pueden generarse fugas o filtraciones de agua en el subsuelo. La infiltración de esta agua puede debilitar el suelo que soporta el pavimento, lo que a su vez puede provocar asentamientos y deformaciones en la vía (Reyes et al., 2024)
- c) Deterioro acelerado: Un mantenimiento inadecuado de las redes hidrosanitarias puede generar problemas recurrentes en las mismas. Esto conlleva la necesidad de realizar más intervenciones y obras en las vías a lo largo del tiempo. Estos ciclos repetitivos de reparación pueden acelerar el deterioro del pavimento y reducir su vida útil (Reyes et al., 2024).
- d) Interrupciones frecuentes: Una gestión inadecuada del mantenimiento de las redes hidrosanitarias puede conllevar la necesidad de realizar intervenciones más frecuentes en las vías. Esto implica cierres temporales, desvíos y congestión vehicular. Estas interrupciones pueden generar inconvenientes y molestias para los usuarios de la vía, afectando la eficiencia del transporte (Reyes et al., 2024).

El estado inicial del pavimento y su diseño original también juegan un papel importante. Si el pavimento ya estaba en condiciones deterioradas antes de las obras hidrosanitarias, es posible que su ciclo de vida útil se vea más afectado.

1.2 Justificación

La presente investigación pretende brindar información acerca del impacto que genera la intervención de EMAPAR en las obras hidrosanitarias sobre las obras viales, con el propósito de ayudar en la optimización de recursos asignados en la gestión de conservación de carreteras, definiendo la incidencia de agentes externos, tales como las redes hidrosanitarias. Este estudio se realizará en las vías asfaltadas de la ciudad de Riobamba.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Conocer la incidencia de la intervención de EMAPAR en la gestión de conservación de las vías asfaltadas del cantón Riobamba.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar y evaluar el PCI de las vías afectadas por las obras hidrosanitarias.
- Determinar la edad teórica y real de las vías analizadas.
- Determinar la incidencia de la intervención de EMAPAR en las vías asfaltadas del cantón Riobamba.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Deterioro vial

El deterioro vial es el daño o desgaste que sufren las carreteras, caminos y calles con el paso del tiempo y el uso. El tránsito vehicular constante produce un desgaste progresivo de los materiales y estructuras que componen las vías, generando problemas que afectan la seguridad, la comodidad y los costos de operación y mantenimiento. (TODOINGENIERIAS, 2022b)

El deterioro se presenta principalmente en la capa de rodadura, es decir, la superficie por la que circulan los vehículos. Aquí, los procesos de oxidación, erosión, fatiga y agrietamiento van reduciendo la resistencia de los pavimentos. Otros elementos que también se ven afectados son las señalizaciones, los sistemas de drenaje y las estructuras como puentes y túneles. (TODOINGENIERIAS, 2022b)

Los principales factores que causan el deterioro vial son el tránsito vehicular, las condiciones climáticas y la calidad de los materiales y la construcción. Cuanto mayor es el tránsito, especialmente de vehículos pesados, más rápido se produce el deterioro. La exposición a la lluvia, el sol, las heladas y las variaciones de temperatura aceleran el deterioro de los materiales. Y los defectos en el diseño, la construcción y los materiales utilizados generan puntos débiles que fallan con mayor rapidez, a su vez causan incrementos en los costos de operación vehicular, perjuicios económicos y financieros para el país y empresas encargadas en tránsito y transporte, retraso del desarrollo económico y social del país y mayor accidentabilidad ocasionada por los daños en la infraestructura. (TODOINGENIERIAS, 2022a)

Para combatir el deterioro vial es necesario realizar tareas periódicas de mantenimiento, como reparación de baches, repintado de señalizaciones y reemplazo de materiales dañados. Sin embargo, con el tiempo será necesario realizar rehabilitaciones más profundas e incluso reconstrucciones completas para recuperar las condiciones originales de la vía. (TODOINGENIERIAS, 2022a)

2.2. Índice de condición del pavimento (PCI)

El deterioro de la estructura del pavimento depende de tres factores: el tipo de daño, su gravedad y la cantidad. Desarrollar un índice que considere estos tres elementos ha sido complicado debido a la gran variedad de posibles condiciones. Para superar esta dificultad, se introdujeron los

"valores deducidos", que actúan como un sistema de ponderación para indicar el grado en que cada combinación de tipo de daño, nivel de severidad y densidad afecta la condición del pavimento (Vasquez, 2022).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un número que va de 0, para un pavimento fallado o en muy mal estado, hasta 100, para un pavimento en perfecto estado (Vasquez, 2022). Tal como se puede apreciar en la Tabla 1 con los siguientes rangos:

Tabla 1

Rangos de clasificación del PCI

Valor del PCI		Evaluación
De	Hasta	
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Aceptable
25	40	Pobre
10	25	Muy pobre
0	10	Fallado

Nota: Adaptado de “Práctica Estándar Para Estudios Del Índice de Condición de Pavimento de Carreteras y Estacionamientos, n.d”

El cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) se basa en los resultados de una inspección visual del estado del pavimento, en la que se determina el TIPO, GRAVEDAD y CANTIDAD de cada daño presente. El PCI fue desarrollado para obtener una medida de la integridad estructural del pavimento y de la condición operativa de la superficie (Vasquez, 2022)

2.3. Causas y tipos de las fallas en pavimentos flexibles

A continuación, se presentan 22 daños o fallas representativas que se ocasionan en los pavimentos flexibles durante el proceso gradual del deterioro de estas. Estos daños afectan al estado y comportamiento de diferentes formas al pavimento. Algunos afectan las propiedades de la superficie (condiciones operativas) del pavimento, reduciendo su rendimiento; a menudo se les denomina defectos superficiales o funcionales, ya que no afectan las propiedades estructurales de

la misma. Por el contrario, otros daños afectan la integridad del pavimento al reducir la capacidad de soportar cargas de tráfico, a estos daños se lo conoce como daños estructurales afectando la serviciabilidad de los pavimentos. (Ministerio de Obras públicas y comunicaciones, 2016)

Tabla 2

Tipos de fallas consideradas para la evaluación del pavimento

Tipos de fallas	
1 Piel de cocodrilo	13 Pulimiento de agregados
2 Exudación	14 Huecos
3 Agrietamiento en bloque	15 Cruce de vías férreas
4 Abultamientos y hundimientos	16 Ahuellamiento
5 Corrugación	17 Desplazamiento
6 Depresión	18 Grieta parabólica
7 Grieta de borde	19 Hinchamiento
8 Grieta de reflexión de junta	20 Desprendimiento de agregados
9 Desnivel carril/Berma	21 Tapas de alcantarillas y sumideros
10 Grietas longitudinales y transversales	22 Acometidas de servicios públicos
11 Parcheo	

Nota: Adaptado de (Vasquez, 2022).

2.4. Ciclo de vida de las vías

“Los caminos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes etc. Estos elementos afectan al camino, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable” (Menendez, 2003).

Así pues, se clasifican en dos ciclos viales:

- Ciclo de vida fatal
- Ciclo de vida deseable

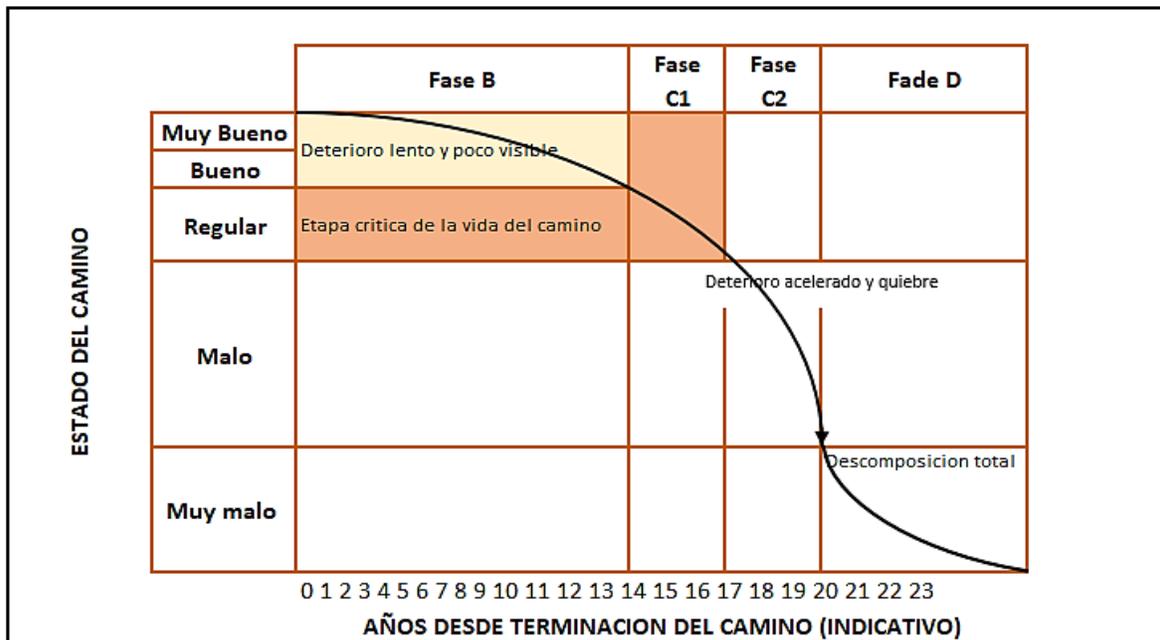
2.4.1. Ciclos de vida fatal de las vías

“El deterioro de un camino es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando luego por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total. Consecuencia

de ello es que, en los países de Latinoamérica, así como en otros continentes, los caminos están sometidos a un ciclo que, por sus características, ha adquirido la condición de fatal. Ese ciclo consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación:” (Menendez, 2003)

Figura 1

Condición de la vía sin mantenimiento.



Nota: La curva presentada se basa en un pavimento asfáltico. Adaptado de (Menendez, 2003).

- Fase A: Construcción

“Un camino puede ser de construcción sólida o con algunos defectos. De todos modos, entra en servicio apenas se termina la obra, es decir, el día mismo en que se corta la cinta de la inauguración. El camino se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A del gráfico).”(Menendez, 2003).

- Fase B: Deterioro lento y poco visible

“Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque, en menor grado, también en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos

y pesados que circulan por él, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial. Durante la fase B, el camino se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas. El camino sigue sirviendo bien a los usuarios y está en condiciones de ser conservado en el pleno sentido del término.”(Menendez, 2003).

- Fase C: Deterioro acelerado

“Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular. Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. "En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica del camino está seriamente dañada." (“CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS - ANTECEDENTES TEÓRICOS - 1Library.Co”) Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.”(Menendez, 2003).

- Fase D: Descomposición total

“La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis. En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales.” (Menendez, 2003).

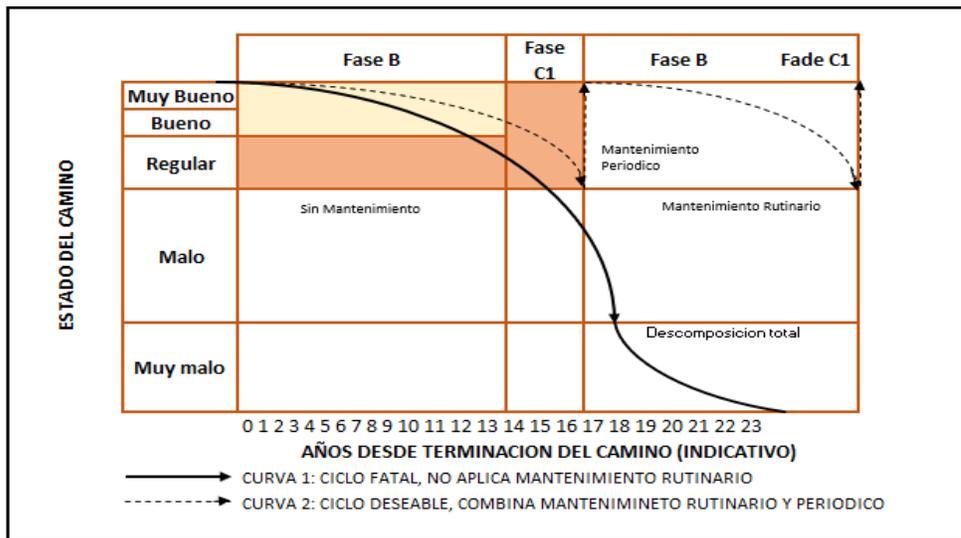
2.4.2. Ciclo de vida deseado de las vías

“El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento se le puede denominar “fatal”, porque conduce al deterioro total del camino, pero con la aplicación de un sistema de mantenimiento

adecuado se puede llegar a mantener el camino dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura.” (Menendez, 2003).

Figura 2

Condición de la vía con y sin mantenimiento.



Nota: Condición de la vía asfáltica con y sin mantenimiento. Adaptado de (Menendez, 2003)

La figura 2 muestra el ciclo de vida de una vía con y sin mantenimiento, en el que se aprecia un deterioro apresurado cuando no se realiza un mantenimiento, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario solo requiere de trabajos de mantenimiento periódico.

Un ciclo inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado en óptimas condiciones de servicio, el uso de la vía genera un desgaste natural como consecuencia del flujo vehicular y factores climáticos.

Si la autoridad a cargo desarrolla un sistema de mantenimiento rutinario del camino, el desgaste de la vía será lento y prologará el tiempo de servicio e incluso la intervención de mantenimiento periódica no será necesaria realizarla frecuentemente.

Cuando el camino llega a un estado regular no basta con una intervención de un mantenimiento periódico, pues se tendrá que intervenir a través de una rehabilitación de la capa de rodamiento, de esta manera se consigue que la vía vuelva a estar en condiciones óptimas.

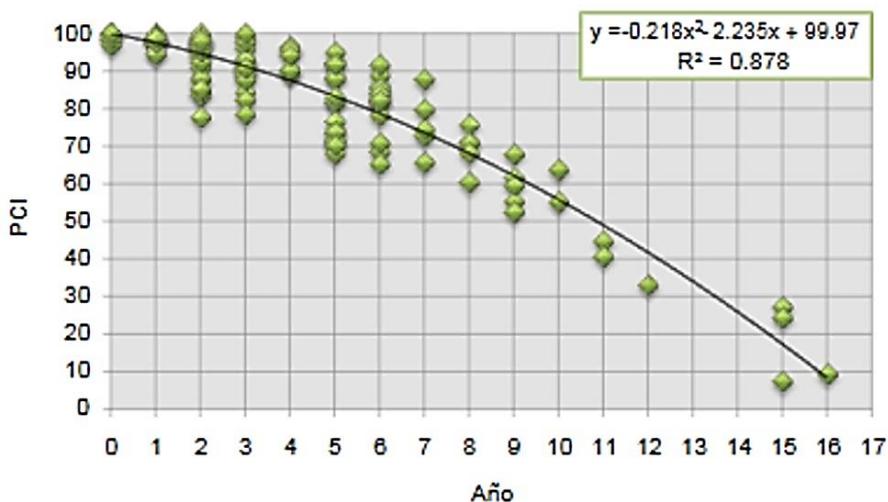
2.5. Edad de la vía

2.6. Edad calculada de la vía

Para la presente investigación se ha considerado que las vías analizadas mantienen una estructura suficiente. Según (Picado, 2016), estos son los que mantienen una mejor condición por periodos de tiempo mayores, debido a que desarrollan la zona optima de rehabilitación, por lo que el pavimento tiene gran parte de su capacidad para soportar cargas, tanto así, que las intervenciones o mantenimientos realizados ayudarán a mejorar considerablemente su condición (Picado, 2016) determina el estado de la vía considerando el PCI de la vía y el año de su última intervención.

Figura 3

Curva de deterioro, caminos estructura suficiente.



Nota: Adaptado de (Picado, 2016)

La ecuación de las curvas para caminos con estructura suficiente es:

$$y = -0.218x^2 - 2.235x + 99.97$$

Donde:

y: PCI promedio de la vía

x: Edad calculada de la vía

2.7. Gestión de las redes hidrosanitarias

La gestión de las redes de agua y saneamiento es esencial para asegurar un suministro confiable y eficiente. Es necesario administrar adecuadamente el ciclo de vida de estas redes.

El ciclo comienza con la planificación, que determina las necesidades actuales y futuras y, en consecuencia, crea las redes. La instalación de tuberías y equipos es parte de la construcción. La fase de operación y mantenimiento es esencial una vez que está en funcionamiento. Esto incluye la monitorización del rendimiento, la detección y reparación de fugas o bloqueos y la realización de renovaciones regulares. El uso de sensores y tecnologías digitales para el mantenimiento predictivo puede ayudar a identificar problemas de manera proactiva (ABN Pipe Systems, 2024).

2.8. Calidad de las obras hidrosanitarias

La calidad de las obras hidrosanitarias es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas de agua y desagüe en una construcción. Estas obras incluyen la instalación de tuberías de agua potable, desagües sanitarios y pluviales, así como la conexión a la red pública de agua y alcantarillado (Bueno, 2009)

Algunos aspectos clave para asegurar la calidad de las obras hidrosanitarias son:

- Utilizar materiales de alta calidad: tuberías, accesorios y artefactos hidráulicos deben fabricarse con materiales resistentes y duraderos que cumplan con las normas y especificaciones técnicas. Esto garantiza una larga vida útil mientras reduce el riesgo de fugas y rupturas (Gonzales, 2021).
- Garantizar un sellado hermético: todas las uniones y conexiones entre tuberías y accesorios deben quedar completamente selladas, evitando cualquier espacio que permita que el agua se filtre (Navarro, 2023).
- Efectuar pruebas hidráulicas: antes de poner en servicio las instalaciones, es recomendable realizar pruebas de presión hidrostática para detectar cualquier fuga o defecto (Vaetrix, 2021).
- Implementar un mantenimiento preventivo: se deben establecer programas de inspección y limpieza regulares de las instalaciones, reparando o reemplazando componentes de manera oportuna (AEGRA, 2023).
- Conseguir instalaciones hidrosanitarias confiables que brinden un servicio de calidad a largo plazo será más fácil si se siguen estas buenas prácticas (Arquitectura Técnica, 2022).

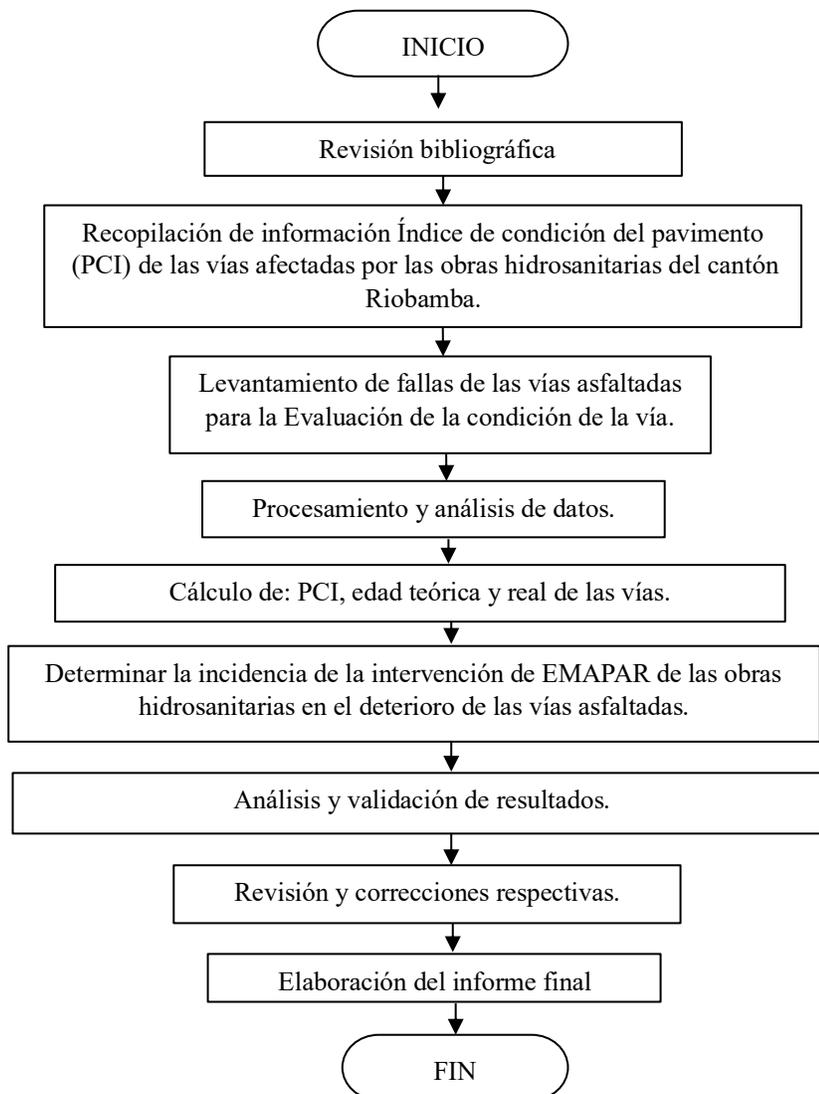
CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

La investigación tiene un enfoque explicativo, ya que busca analizar y comprender cómo la intervención de EMAPAR en las obras hidrosanitarias impacta en el estado actual y la vida útil de las vías asfaltadas en Riobamba. Este enfoque se orienta a identificar las relaciones causa-efecto entre dichas obras y el deterioro o las condiciones del pavimento.

Figura 4

Metodología propuesta para el proyecto de investigación.



3.2. Diseño de Investigación

La investigación tendrá un enfoque mixto, se aplicará un enfoque cualitativo en cuanto a la recolección de información sobre la intervención de EMAPAR en las obras hidrosanitarias sobre las vías asfaltadas de la ciudad de Riobamba.

Y se empleará el método cuantitativo, con el fin de recolectar información in situ que conlleve a la elaboración y cálculo del Índice de Condición del Pavimento, edad teórica y real de la vía y la determinación del estado actual de la vía.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Siguiendo la metodología descrita en la norma ASTM 6433-07, la cual especifica los lineamientos para determinar la condición del pavimento y en base en el documento Pavement Condición Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en carreteras de (Vasquez Varela, 2020), se describe el siguiente método:

- I. Se realiza una inspección visual de las diferentes vías de pavimentos flexibles que se ha seleccionado en el número de muestras, donde se utilizarán instrumentos de fotogrametría (dron), fotografías digitales, y visitas in situ para la constancia de información levantada.
- II. Se especifica las diferentes fallas que presenta el pavimento flexible, donde se determinará la incidencia que esta tiene sobre la vía, en un nivel de severidad diferente para cada falla, éstas son alta (H), media (M), baja (L), dependiendo de su unidad de medida, ya sea área o longitud, estipulada en la norma mencionada anteriormente.
- III. Se almacena la información recolectada en una matriz, donde se detallará la información requerida para determinar el valor del PCI para cada unidad de muestra.
- IV. Se calcula el valor del PCI total de la vía realizando una media ponderada a partir de cada unidad de muestra.

3.4. Unidad de análisis

Vías urbanas de asfalto.

3.5. Población de estudio

El universo al cual va dirigido la presente investigación son las vías del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

3.6. Selección de la muestra

Según (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2011), el cantón Riobamba cuenta con 220.748 km de vías asfaltadas.

$$n = \frac{k^2 pq N}{e^2(N - 1) + K^2 * pq}$$

Donde:

n: muestra

N: Universo que es de 220.748 (Total de km asfaltados del cantón Riobamba)

e: error admisible 9%

k: 1.96 para un grado de confianza de 95%

p: 50% que entre 100 es 0.5

q: 50% que entre 100 es 0.5

$$n = \frac{1.96^2 0.5 * 0.5 * 220.748}{0.09^2(220.748 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 77.78 \text{ km}$$

Se determina que la muestra para el trabajo de investigación considera 77.78 km de vías asfaltadas, con error admisible del 9% y un grado de confianza de 95%.

Por lo cual se tomaron las siguientes vías: Av. 11 de noviembre, Av. Canónigo Ramos, Av. Milton Reyes, Juan Félix Proaño, Puruhá, Valenzuela, Joaquín Chiriboga, Darquea, Morona, 24 De mayo, Diego De Almagro, Alvarado, Virgilio Corral, 11 de noviembre, Tarqui, Francia, César León Hidalgo, Barón de Carondelet, Loja, Vía Riobamba - Guano, Orozco, Río Paute, Argentinos, Venezuela, Ayacucho, Junín, México, Luis Cordovez, Febres Cordero, Nueva York, Buenos Aires, Luz Elisa Borja, Vicente Ramón Roca, Araujo Chiriboga, Baquerizo Moreno, Antonio Borrero,

Jaime Roldós Aguilera, Rocafuerte, Mariana de Jesús, Galo Plaza Laso, José M. Velasco Ibarra, Carabobo, Gerónimo Carrión, José María Urbina, Francisco Rosales, Juan Montalvo, Xavier Espinoza, Chimborazo, Patria Libre y Alausí.

3.7. Hipótesis

Las intervenciones de las redes hidrosanitarias influyen en el deterioro de las vías de pavimento asfáltico de la ciudad de Riobamba afectando directamente en su vida útil.

3.8. Método de análisis y procesamiento de datos

3.8.1 Actividad previa

Dentro de este paso se determinará las unidades de muestra de cada vía para su respectiva evaluación. Con esta metodología se pretende obtener un número aleatorio de las unidades de muestreo, con una confiabilidad del 95% dando como resultado una variación del ± 5 del valor del PCI, esto puede variar dependiendo del número de unidades de muestra donde si se toma todas las unidades de muestreo resultaría un valor más exacto.

Para la presente investigación se tomará la dimensión de la unidad de muestra para vías de asfalto, las cuales tienen como característica que:

- Ancho debe ser menor que 7.30 m.
- El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$.

Para el cálculo del número mínimo de unidades se utilizará la siguiente ecuación:

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección

(e = 5%)

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Para la inspección inicial se asume σ del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25)

Para determinar el intervalo de muestreo se utiliza la siguiente fórmula:

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

La muestra inicial estará comprendida entre 1 e i y las siguientes muestras serán S+i, S+2i, S+3i, S+ni.

3.8.2 Actividad de campo

Una vez definida el número de muestra a analizar, se realiza una visita de campo en la cual tenemos los siguientes pasos a seguir:

- A. Se abscisa la vía dependiendo de la longitud de la muestra calculada.
- B. Se indica el sentido en el cual se realizará la inspección.
- C. Se identifican las fallas teniendo en cuenta 3 parámetros (Clase, severidad y extensión).

Entre las fallas identificadas para vías de superficie asfáltica son las siguientes:

Tabla 3

Daños evaluados en pavimentos asfálticos.

Tipo de falla	
1 Piel de cocodrilo	12 Pulimiento de agregados
2 Exudación	13 Huecos
3 Agrietamiento en bloque	14 Cruce de vía férrea
4 Abultamientos y hundimientos	15 Ahuellamiento
5 Corrugación	16 Desplazamiento
6 Depresión	17 Grieta parabólica
7 Grieta de borde	18 Hinchamiento
8 Grieta de reflexión de junta	19 Desprendimiento de agregados
9 Desnivel carril/Berma	20 Servicio y Alcantarillas
10 Grietas longitudinales y transversales	
11 Parcheo	

Nota: Fallas encontradas durante el análisis de las vías. (Pilco & Yumiseba,2024).

3.8.3 Elaboración de la matriz de recolección de datos

Levantada la información del total de número de fallas que existen en cada vía dentro de cada unidad de muestra, se recolecta la información en una sola matriz para cada una de las áreas de muestra. A continuación, se presenta el formato utilizado para la presente investigación:

Tabla 4

Matriz de recolección de información.

VIA	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	AÑO LEVANTAMIENTO	TRAMO		ANCHO MUESTRA	LARGO DE LA MUESTRA	AREA DE LA MUESTRA	PCI	1.Piel de cocodrilo			2.Exudacion		
			Inicio	fin					Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja

Nota: Se coloca el nombre de la vía, tramos considerados según el ancho y largo de la muestra, área y las fallas enlistadas de forma horizontal con su respectiva celda de severidad (H, M, L). (Pilco & Yumiseba,2024).

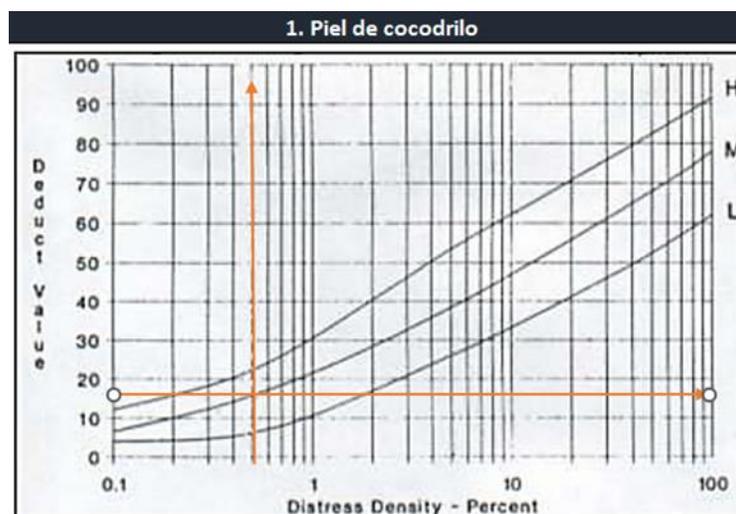
3.8.4 Obtención del máximo valor deducido corregido de la muestra

Terminado la recolección de datos en campo, como primer punto se continua con la obtención del valor deducido para cada unidad de muestra, donde se sigue el siguiente proceso:

1. Totalizar cada tipo y nivel de severidad de daño y registrarlo en la matriz mencionada en el numeral 3.8.3, en la presente investigación el daño fue medido por área.
2. Determinar la densidad del daño, donde se considera el área total de cada falla encontrada y el nivel de severidad presentado para el área total de la muestra.
3. Determinar el valor deducido para cada tipo de falla y su nivel de severidad, utilizando las curvas denominadas “Valor deducido del daño” apropiado para los pavimentos asfálticos. Ejemplo:

Figura 5

Valor deducido del daño – Piel de Cocodrilo.



Nota: Se apoya de líneas auxiliares con el fin de determinar el Valor Deducido (Pilco & Yumiseba,2024).

Posteriormente, para el cálculo del número máximo admisible de valores deducidos se consideran las siguientes condiciones:

- Se determina el “Valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales existentes en cada unidad de muestra.
- Si ninguno o tan solo uno de los “Valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CVD
- Se enlista los valores deducidos de mayor a menor.
- Se determina el “Número máximo de valores deducidos” utilizando la ecuación:

$$m = 1.00 + \frac{9}{98(100 - HVD)}$$

Donde:

m: Número máximo admisible de valores deducidos

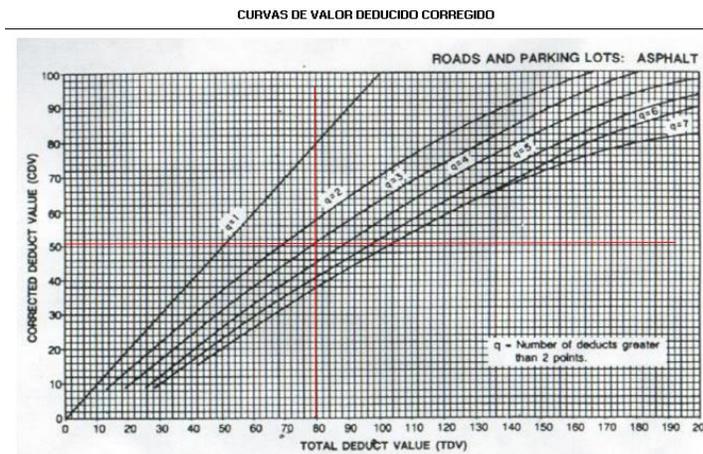
HVD: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo

A continuación, se procede al cálculo del Valor Deducido Corregido, CVD, para ello se realiza lo siguiente:

- i. Determinar el número de valores deducidos “q”, mayores que 2.
- ii. Determinar el valor deducido total.
- iii. Determinar el VDC con “q” y el valor deducido total en la curva de corrección para pavimentos asfálticos.

Figura 6

Curvas de Valor Deducido Corregido.



Nota: Se utilizaron líneas auxiliares para determinar el Valor Deducido Corregido. (Pilco & Yumiseba,2024).

Donde finalmente se realiza una matriz para almacenar la información del valor deducido, la cual es la siguiente:

Tabla 5

Matriz para la obtención del máximo valor deducido corregido de la muestra.

VD							VD Total	VD MAXIMO	q	VDC

Nota: Se almacena la información respecto al VD y el VDC de cada área de la muestra. (Pilco & Yumiseba,2024).

3.8.5 Obtención del PCI de la muestra

Como primer punto se realiza el cálculo del PCI de la unidad de muestra restando de 100 el máximo CVD explicado en el numeral 3.8.4.

Este proceso se realizó para cada vía analizando los resultados de daños que afectan la condición de vía, por medio de dos procesos. Los cuales son:

- Análisis de la condición de la vía PCI considerando las fallas frecuentes para pavimentos asfálticos que establece la norma ASTM 6433-07. Donde para fines de esta investigación se le denominará “PCI sin intervención hidrosanitaria”,
- Análisis de la condición de la vía PCI considerando las fallas frecuentes para pavimentos asfálticos y además incluir las fallas o daños que ocasiona el mantenimiento de las redes hidrosanitarias, denominada “Fallas de servicio” y “Tapas de alcantarillas” y el proceso final denominado “PCI con intervención hidrosanitaria”,

Posteriormente se realiza el análisis de resultados mediante una comparación de los “Valores Deducidos Totales”, “PCI sin intervención hidrosanitaria” y “PCI con intervención hidrosanitaria”. Se realiza este procedimiento para cada vía asfaltada previamente mencionada, con el fin de determinar la condición de la vía en ambos casos y la afectación de ésta al ser intervenida por el mantenimiento de las redes hidrosanitarias.

Se realiza la comparación de los “Valores deducidos totales” de forma numérica y gráfica con el fin de demostrar el impacto que tienen las fallas comunes y fallas por intervención hidrosanitaria.

Se realiza la comparación del PCI de la vía con intervención y sin intervención hidrosanitaria determinando el estado de la vía en ambas condiciones.

3.8.6 Estimación de la edad calculada de la vía

Para determinar la edad calculada de la vía, se ha considerado los resultados del artículo realizado por (Picado, 2016) el cual establece la siguiente ecuación de Curva de Deterioro de caminos de estructura suficiente.

$$y = - 0.218x^2 - 2.235x + 99.97$$

Donde:

Y: Es el valor del PCI promedio establecido para cada vía “PCI con intervención hidrosanitaria”.

En este caso el PCI es uno de los valores conocidos, por lo que, al realizar un despeje de la ecuación podemos determinar la edad calculada de cada vía.

3.8.7 Elaboración de la matriz de los resultados

Finalmente, con los valores obtenidos del PCI y edad calculada de cada vía, se procederá a realizar una matriz que abarque la información completa de cada vía.

Para el primer resultado colocaremos el nombre de la vía, los valores obtenidos del PCI con y sin intervención hidrosanitaria, el valor de la diferencia entre estas dos variables y la edad de la vía con y sin intervención hidrosanitaria utilizando los valores del Valor Deducible. Por lo cual tendrá el siguiente formato:

Tabla 6

Matriz de resultados para el PCI

VIA	Sin intervención obra hidrosanitaria		Con intervención obra hidrosanitaria		Diferencia		Edad calculada de la vía		
	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Sin Intervención	Con intervención	
							VD Corregido	VD sin corrección	

Nota: Elaboración de la matriz de resultados para el PCI. (Pilco & Yumiseba, 2024).

Para el siguiente resultado utilizaremos los Valores Deducidos (VD) de cada vía, por lo cual colocaremos el nombre de la vía, el Valor Deducido con y sin intervención hidrosanitaria y la diferencia entre estas dos variables. Teniendo el siguiente modelo:

Tabla 7

Matriz de resultados para el Valor Deducido.

VIA	Sin intervención obra hidrosanitaria		Con intervención obra hidrosanitaria		Diferencia			
	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana

Nota: Elaboración de la matriz de resultados para el VD. (Pilco & Yumiseba, 2024).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Datos generales de las vías analizadas

Figura 7

Fotografía satelital de las vías levantadas.

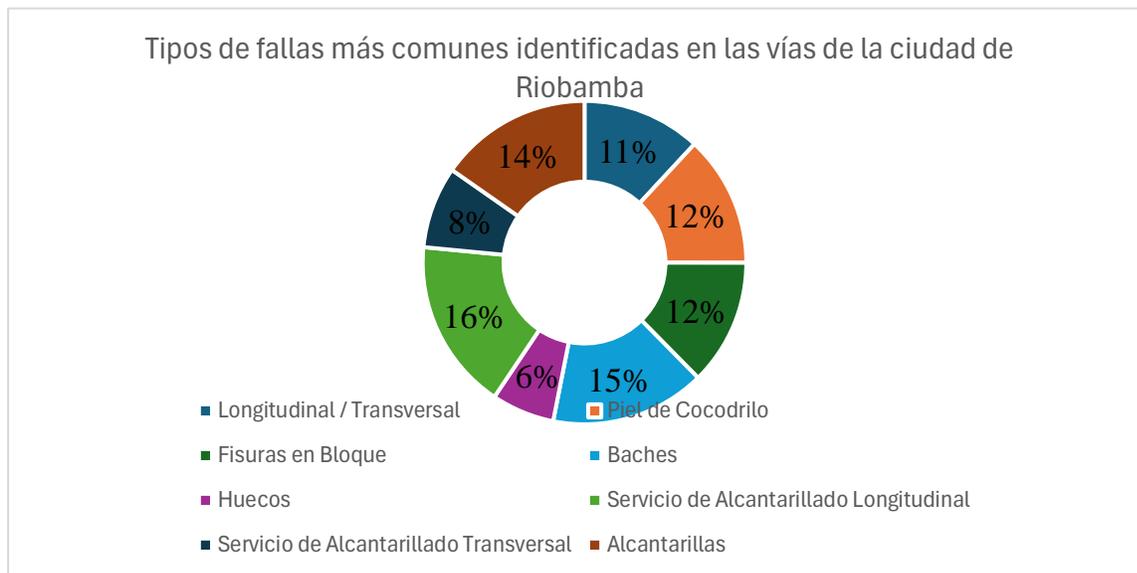


Nota: En la figura [7] se presentan demarcadas la totalidad de los 78 km de vías asfaltadas analizadas en esta investigación. (Pilco & Yumiseba,2024).

4.2. Tipos de fallas

Figura 8

Tipos de fallas más comunes identificadas en las vías de la ciudad de Riobamba.



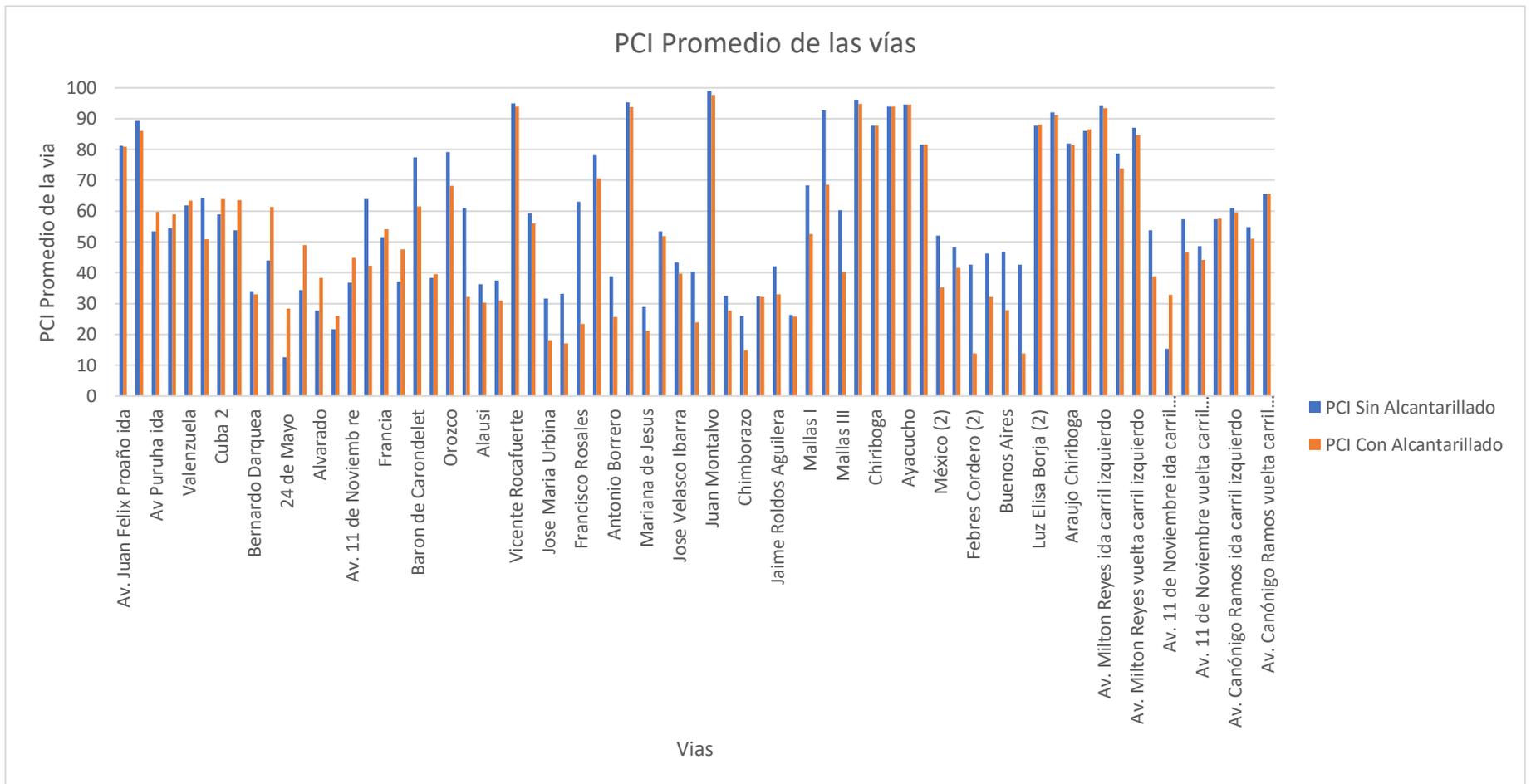
Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

La gráfica [8] presenta los resultados relacionados con las fallas más frecuentes detectadas durante el levantamiento in situ, revelando un total de 8 tipos de fallas con un porcentaje de incidencia mayor al 5% dentro de las 71 vías analizadas.

4.3. PCI

Figura 9

Comparativa del PCI Promedio de las vías sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.

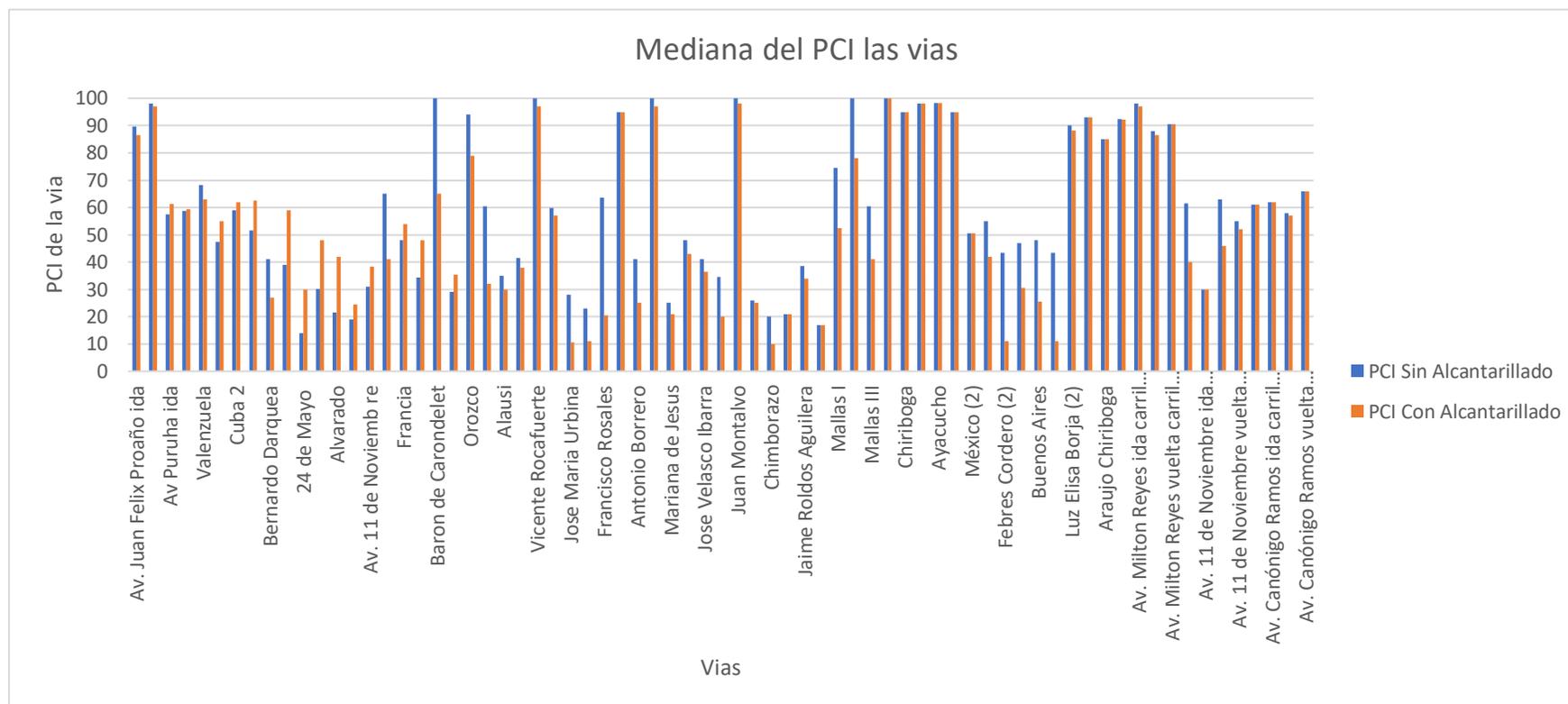


Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la gráfica [9] se presenta los resultados obtenidos en función del PCI de cada vía, con el fin de realizar una comparativa de resultados para las dos condiciones evaluadas, “Con intervención hidrosanitaria”, representado en color naranja y “Sin intervención hidrosanitaria”, representado en color azul.

Figura 10

Comparativa entre la mediana del PCI de las vías obtenidas sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.

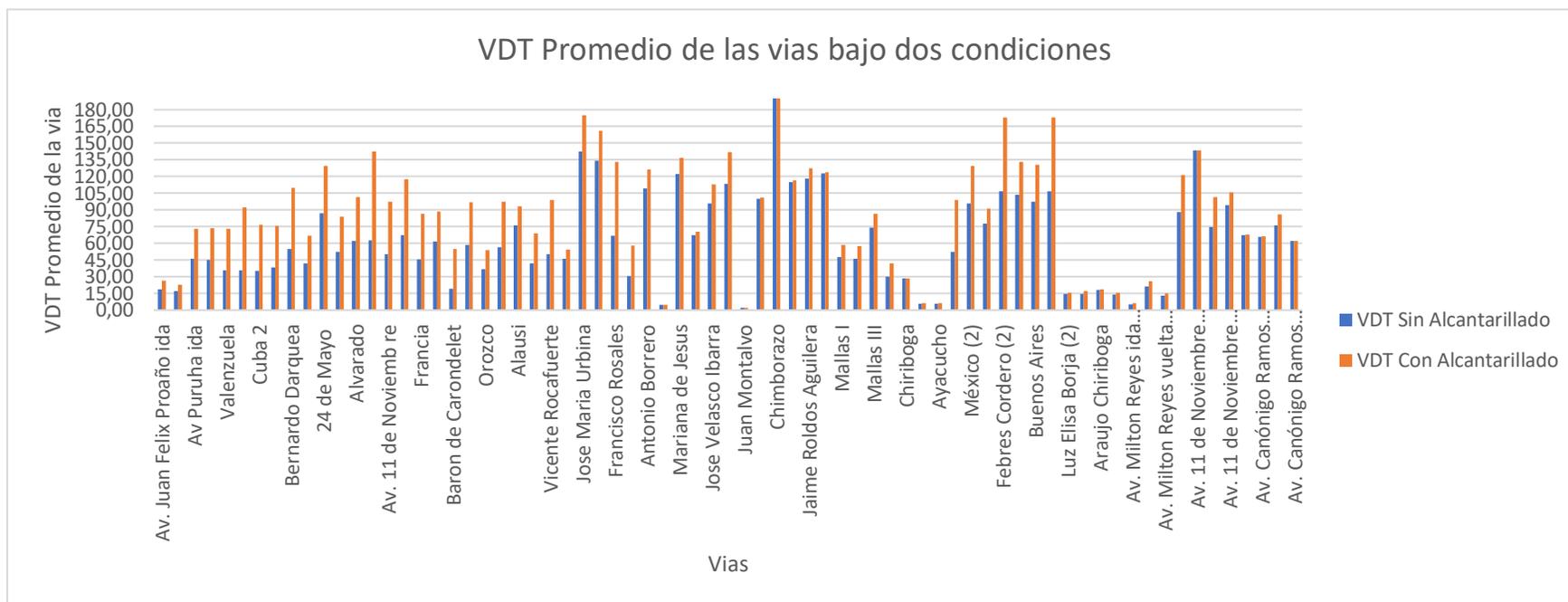


Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la figura [10] se presenta una comparación entre los valores de la mediana obtenida en las vías, la cual representa el valor medio del conjunto de datos del PCI obtenidos para cada área de muestra para cada vía, representando así el estado de condición de la vía en ambas situaciones.

Figura 11

Comparativa entre los Valores Deducidos Totales (VDT) promedio de las vías sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.



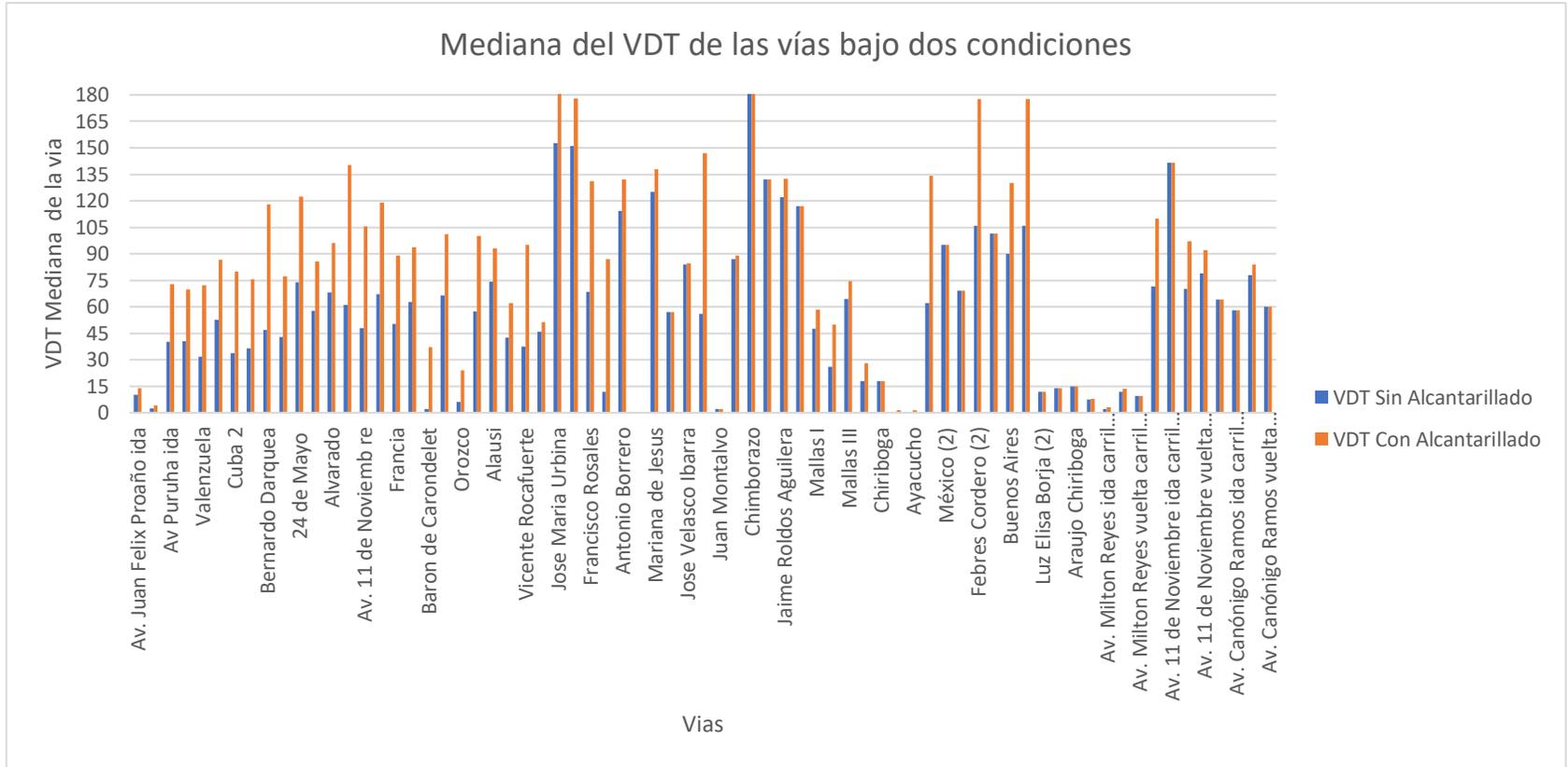
Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la gráfica [11] se presenta los resultados obtenidos en función del Valor Deducido Total (VDT) de cada vía, con el fin de realizar una gráfica comparativa de resultados para las dos condiciones evaluadas, “Con intervención hidrosanitaria”, representado en color naranja y “Sin intervención hidrosanitaria”, representado en color azul.

Con esto, se determina que los valores de “Con intervención hidrosanitaria” son superiores a los valores de “Sin intervención hidrosanitaria” ya que, se está considerando que además de las fallas existentes en las vías mencionadas anteriormente se añaden las fallas a causa del servicio de alcantarillado.

Figura 12

Comparativa entre la mediana del VDT de las vías obtenidas sin intervención hidrosanitaria y con intervención hidrosanitaria.



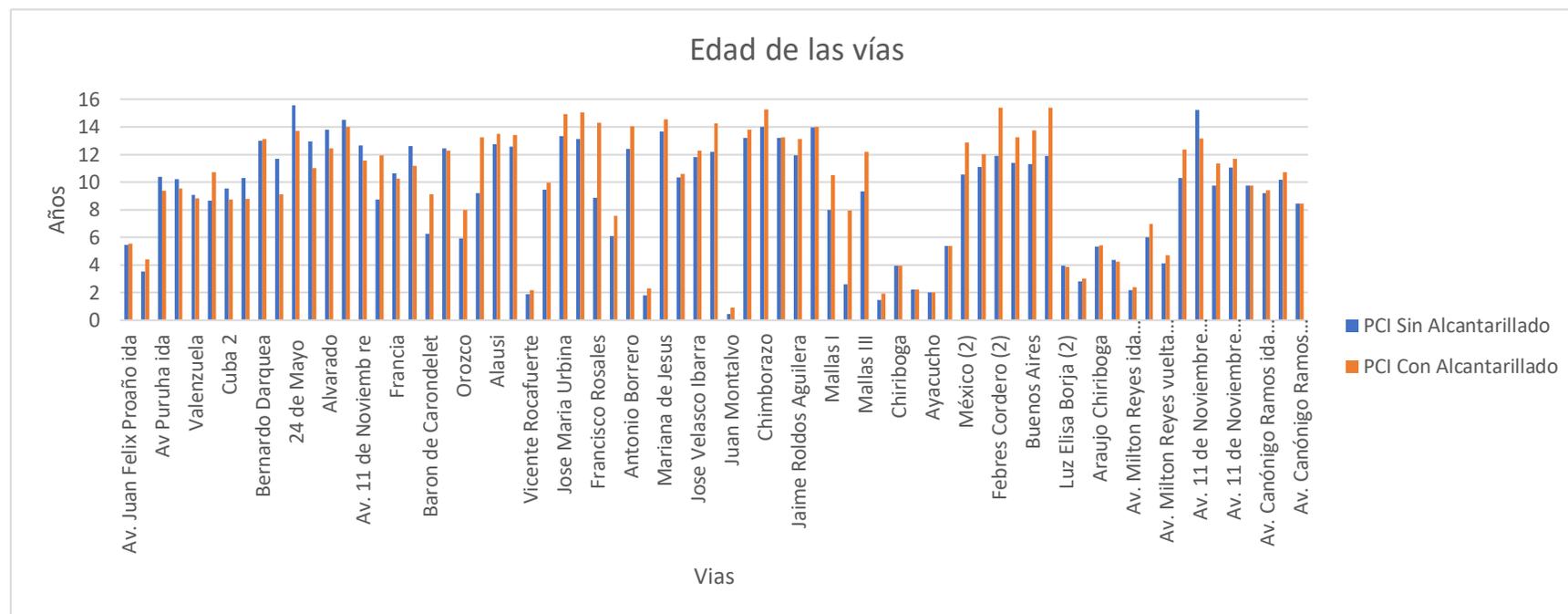
Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la figura [12] se presenta una comparación entre los valores de la mediana obtenida en las vías, la cual representa el valor medio del conjunto de datos del VDT obtenidos para cada área de muestra de cada vía, representando así el estado de condición de la vía en ambas situaciones.

4.4. Edad de las vías

Figura 13

Edad de las vías.



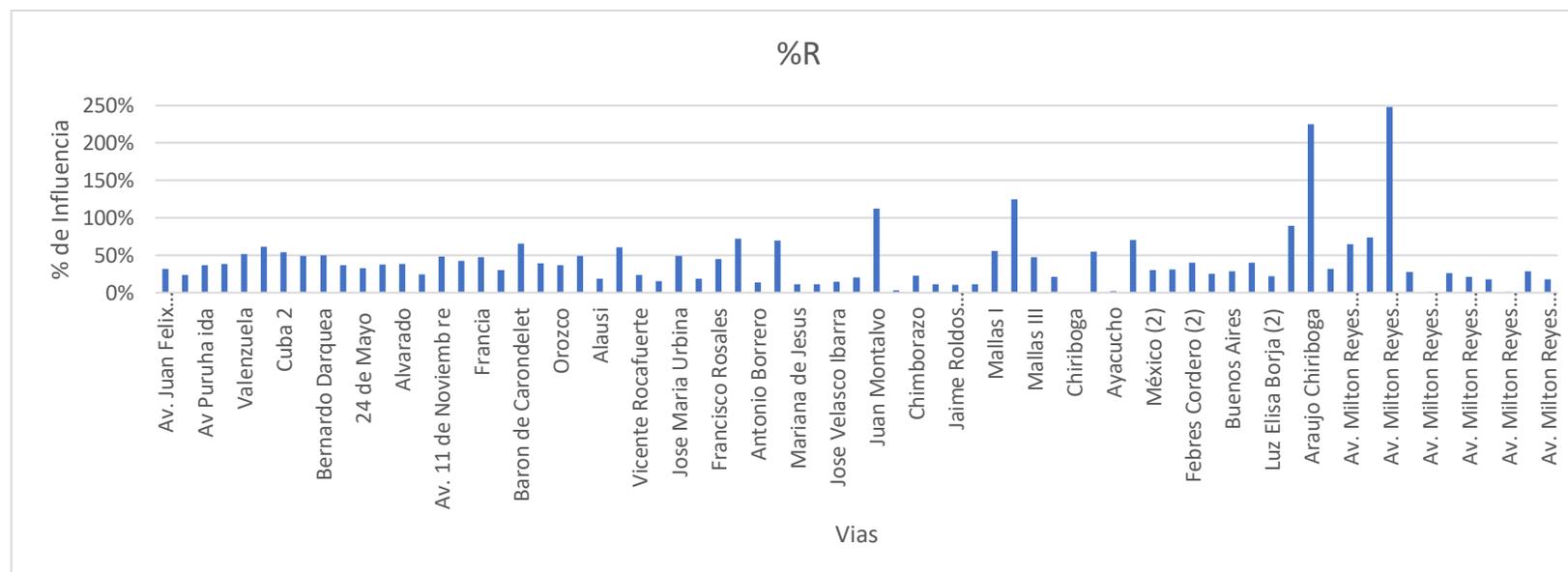
Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la figura [13] se presenta la gráfica comparativa de resultados obtenidos en cuanto a las edades de las vías en las dos condiciones analizadas, “Con intervención hidrosanitaria” representado en color naranja y “Sin intervención hidrosanitaria” representado en color azul.

4.5. Incidencia de las fallas

Figura 14

Incidencia de las fallas por intervención hidrosanitaria.



Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

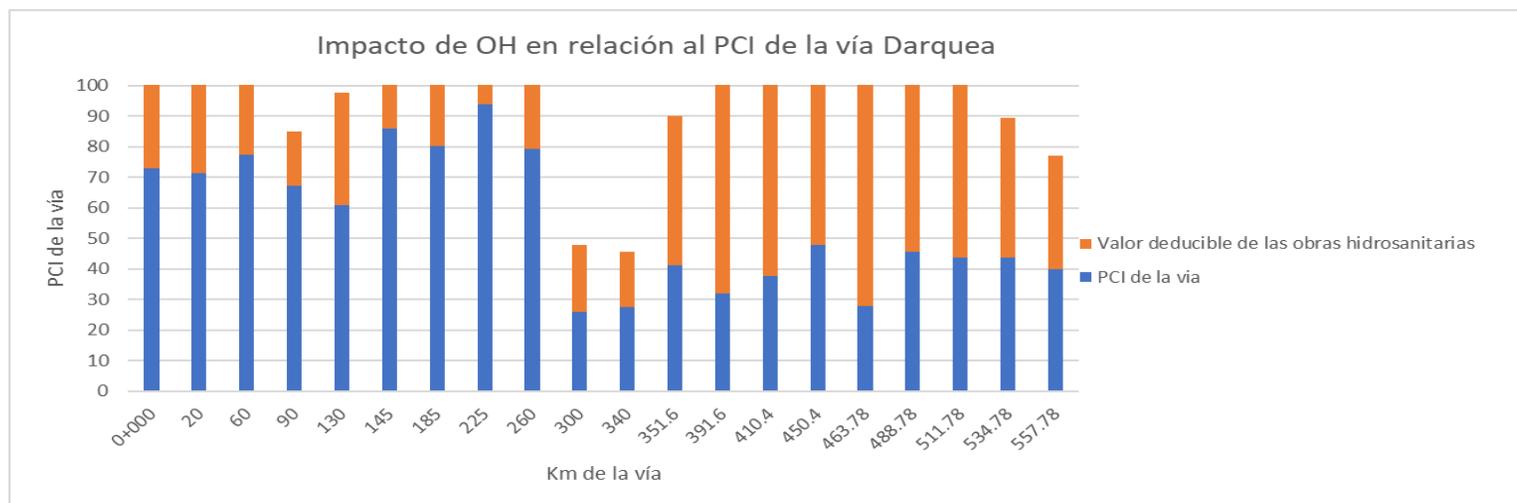
En la gráfica [14] se presenta el %R, denominado así al porcentaje de incidencia netamente de las fallas causadas por intervención hidrosanitaria sobre las otras fallas presentes en las vías analizadas.

4.6. Impacto de las redes hidrosanitarias en las vías

Se han identificado tres vías específicas para analizar el impacto de las redes hidrosanitarias en los distintos tipos de fallas presentes en la infraestructura vial. Estas son: la calle Darquea, el carril derecho de la Av. 11 de Noviembre y la calle Francia.

Figura 15

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Darquea.

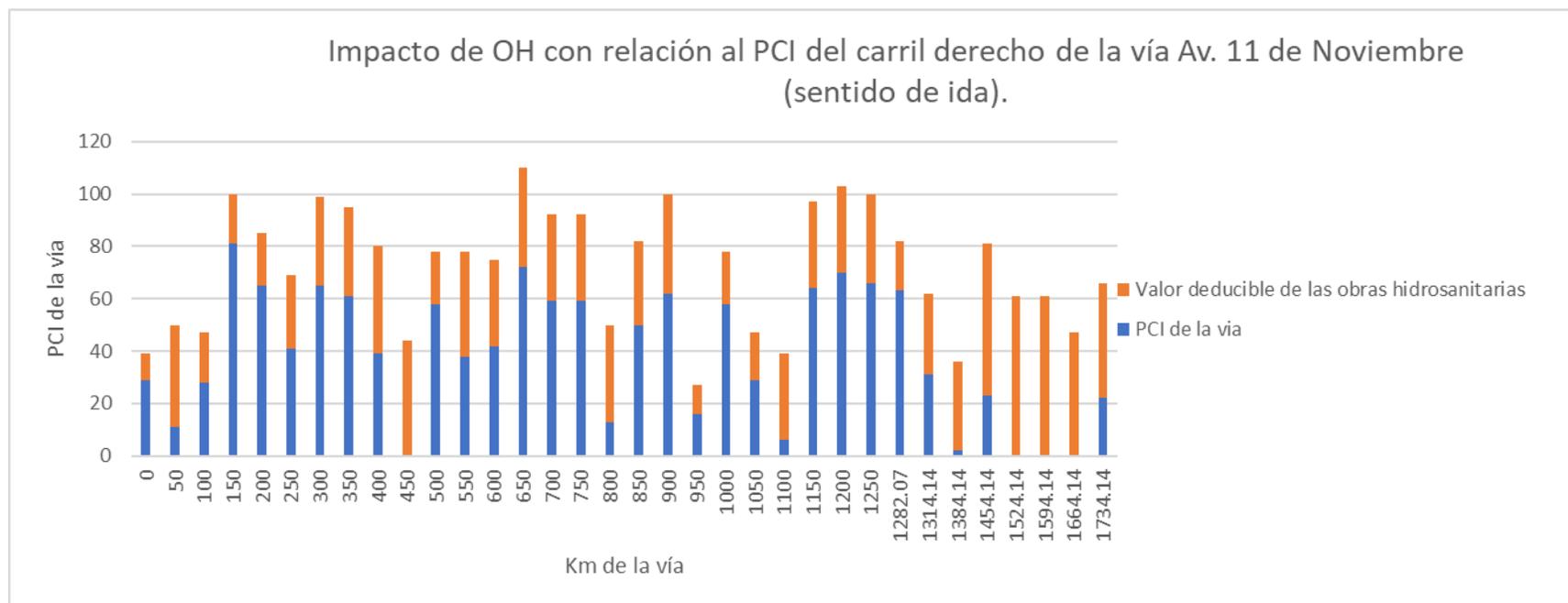


Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la figura [15] se observa el impacto que tienen las obras de alcantarillado hidrosanitario en el estado de las vías, donde la barra de color azul representa la incidencia de las fallas más comunes en pavimentos asfálticos, mientras que las barras de color naranja representan el impacto adicional de las obras hidrosanitarias en el estado vial, con el fin de observar en que condición se encuentra la vía.

Figura 16

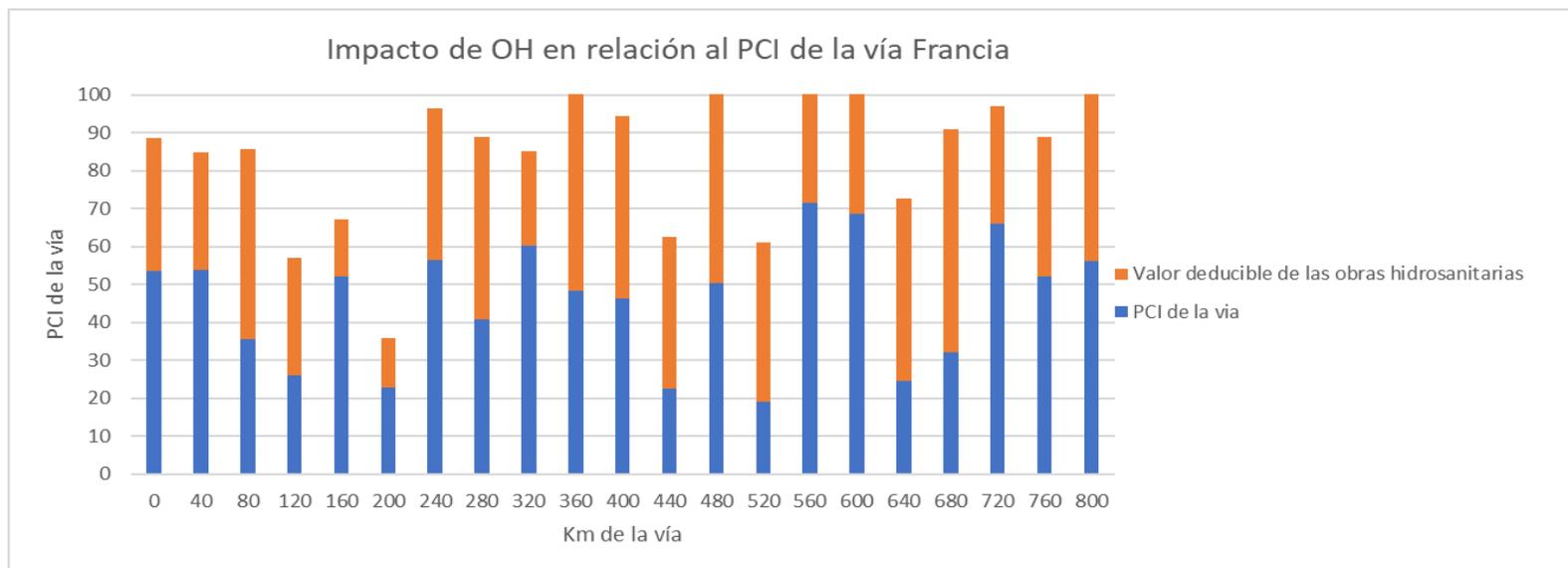
Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de ida).



En la figura [16] se observa el impacto que tienen las obras de alcantarillado hidrosanitario en el estado de las vías, pero se presenta una situación particular, en la cual el valor del PCI de la vía sobrepasa el 100% debido a que esta representa la suma total de valores deducidos de las fallas presentes en cada área de muestra de la vía, es decir, que es una zona afectada por múltiples tipos de fallas en una severidad muy alta, sin embargo, no representa el valor del PCI, porque sería necesario aplicar los valores de deducción corregidos.

Figura 17

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Francia.



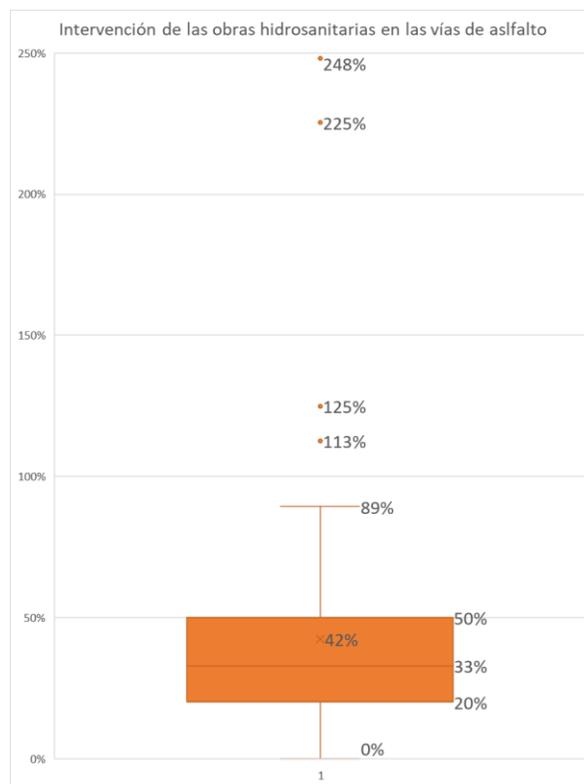
Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

Las figuras [15], [16] y [17] se realizaron en función de los valores deducidos de las vías, considerando tanto el “Valor deducido total de las vías sin intervención de las redes hidrosanitarias” como el “Valor deducido total de las vías con intervención de las redes hidrosanitarias”. Esto tiene como objetivo analizar el impacto de las obras de alcantarillado hidrosanitario en el estado de las vías.

4.7. Incidencia de la intervención de EMAPAR en las vías asfaltadas del cantón Riobamba

Figura 18

Resultado de la intervención de las obras hidrosanitarias en las vías de asfalto de la ciudad de Riobamba.



Nota: Realizado por (Pilco & Yumiseba,2024).

En la figura [18] se observa el porcentaje de incidencia que tienen las obras de alcantarillado sanitario, que va desde el 0% hasta el 89% de incidencia, dándonos un valor promedio del 42% de afectación; Se observa en los cuartiles Q1 y Q3 rangos de valores de 20% y 50% respectivamente, donde el valor de la mediana de los valores calculados de cada unidad de muestra de la vía es de 33%, con valores atípicos del 113%, 125%, 225% y 248%.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se identificó el promedio del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de las vías bajo dos condiciones: “Con la intervención de las redes hidrosanitarias” obteniendo un rango de valores de 14 a 98, y “Sin intervención de las redes hidrosanitarias” con un rango de 13 a 99 en el índice de condición del pavimento.
- Se obtuvo la mediana del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de las vías analizadas, resultando que, “Con la intervención de las redes hidrosanitarias”, el rango de valores del Índice de Condición del Pavimento es de 10 a 100 y en la condición de “Sin intervención de las redes hidrosanitarias”, el rango de valores del índice es de 14 a 100.
- Se determinó la edad estimada de las vías, evidenciando que el 45% de ellas (32 de las 71 vías analizadas) presentan una antigüedad mayor a la esperada. La diferencia promedio detectada es de 10 años. Este resultado pone de manifiesto que las intervenciones relacionadas con obras hidrosanitarias afectan significativamente la vida útil de las vías.
- Se concluyó que la intervención de EMAPAR sobre las vías asfaltadas del cantón Riobamba tiene una incidencia en promedio del 42% en el deterioro de las vías.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para reducir los daños causados por las intervenciones hidrosanitarias en las vías, se recomienda utilizar métodos alternativos, como, por ejemplo, la Perforación Horizontal Dirigida (HDD) y el Micropilotaje. La HDD es una técnica efectiva para minimizar el impacto en la superficie de la vía, ya que permite la instalación de tuberías sin necesidad de excavar una zanja continua, lo que disminuye considerablemente el daño en la capa de rodadura. Por otro lado, el Micropilotaje facilita la perforación y la creación de pasajes para la instalación de tuberías con un impacto mínimo en la superficie.
- Para optimizar el proceso de mantenimiento vial e hidrosanitario, es crucial que la EMAPAR y la Dirección de Gestión de Obras Públicas del Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de Riobamba (GADMR) colaboren estrechamente. Se recomienda desarrollar un plan de mantenimiento coordinado entre ambas entidades en cada una de las vías para evitar interferencias o alteraciones en las labores de mantenimiento realizadas.
- Se recomienda considerar que el 42% indicado en el diagrama BoxPlot (Cajas y Bigotes) refleja el daño promedio potencial que las intervenciones hidrosanitarias pueden causar en las vías asfaltadas evaluadas. Aunque este valor es representativo de los daños observados, se sugiere analizar el impacto económico que representa este 42% para el GADMR.
- Para futuras investigaciones analizar el impacto de las obras hidrosanitarias en los costos de mantenimiento; Así como, la reducción del patrimonio vial en las vías que han sido afectadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ABN Pipe Systems. (2024). *Gestión eficiente de las redes de abastecimiento de agua*.
<https://www.abnpipesystems.com/gestion-eficiente-de-las-redes-de-abastecimiento-de-agua/>
- AEGRA. (2023). *¿Cómo realizar un buen mantenimiento de las redes de distribución de agua?*
<https://www.aegra.es/como-realizar-un-buen-mantenimiento-de-las-redes-de-distribucion-de-agua/>
- Arquitectura Técnica. (2022). *Instalaciones hidráulicas: todo lo que necesitas saber*.
<https://arquitecturatecnica.net/instalaciones-hidraulicas-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Bueno, S. (2009). Sostenibilidad en la construcción. Calidad integral y rentabilidad en instalaciones hidro-sanitarias. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 3.
- CONAGUA. (2009). Alcantarillado y sanitario. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, 1–123.
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-29.pdf>
- CONGOPE. (2019). *Plan de desarrollo vial integral de la provincia de Chimborazo*.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjK6Pfd24z_AhUtHUQIHRI5BDAQFnoECCYQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.congope.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F09%2FChimborazo-plan-vial-integral.pdf&usg=AOvVaw1N7XRhOwYFKE
- Directorio, E. L., Empresa, D. E. L. A., Municipal, P., Potable, D. E. A., & Ep-emapar, A. D. E. R. (n.d.). *Proyecto De Servicios Que Presta La Ep-Emapar El Directorio De La Empresa Pública-Empresa Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De Riobamba. Ep-Emapar. 03*.
- EMAPAR. (2016). *Estructura organica de la empresa publica-empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Riobamba*. <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/lotaip/2017/estrucorga.pdf>
- EMAPASR-EP. (2024). *Plan operativo anual 2024*.

- Gobierno de México. (2023). *Manual de señalización y dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras. Primera Ed*, 1–62.
- Gonzales, S. (2021). *Materiales Comunes para Instalaciones Hidráulicas*.
<https://santiagogonzalez.mx/materiales-comunes-para-instalaciones-hidraulicas/>
- Interempresas. (2014). *Reparación, rehabilitación y renovación de redes*.
<https://www.interempresas.net/Agua/Articulos/121692-Reparacion-rehabilitacion-y-renovacion-de-redes.html>
- Menendez, R. J. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas*.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjQltDi6oz_AhUZJEQIHRkZBjAQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fpublic%2Fspanish%2Femployment%2Frecon%2Feiip%2Fdownload%2Fmcrmantec.pdf&usg=AOvVaw2Hmjrn0yoXVTONn
- Ministerio de Obras publicas y comunicaciones. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. *Mopc*, 212. <https://www.mopc.gov.do/media/2335/sistema-identificación-fallas.pdf>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2011). Construyendo obras viales en el Ecuador. 82 *Años Construyendo Obras Viales En El Ecuador*, 82.
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp.../06-07-2011_Especial_MTOP_82_anios.pdf
- Navarro, O. (2023). *Cómo sellar las conexiones de tuberías para evitar fugas*.
<https://plomeros.uno/sellar-las-conexiones-de-tuberias/>
- Paredes Sandoval, V. H., & Rodriguez Gonzales, R. A. (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*. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2199>
- Picado, G. (2016). Desarrollo de curvas de deterioro para pavimento flexible y factor de incertidumbre. *Infraestructura Vial*, 18, 30–38.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/27762>

- Práctica Estándar Para Estudios Del Índice de Condición de Pavimento de Carreteras y Estacionamientos, 48. <https://es.scribd.com/document/472807352/ASTM-D-6433-07-en-es>
- Reyes, F., González, C., & Vega, D. (2024). *Metodología Racional Para La Estimación De Daños En Calzadas Nuevas Y De Rehabilitación En Pavimentos Flexible*. 18. <https://revistaingenieriaconstruccion.uc.cl/index.php/ric/article/view/18007>
- Rodríguez, Velastequí, M. (2019). *EVALUACIÓN DE DETERIORO EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, REPORTE DE CASO: DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN*. 1–23.
- Ruiz, C. (2011). Análisis de los Factores que Producen el Deterioro de los Pavimentos Rígidos. *04/2011*, 279. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/T-ESPE-030924.pdf>
- TODOINGENIERIAS. (2022a). *Factores que afectan la durabilidad del pavimento*. <https://todoingenierias.com/factores-que-afectan-la-durabilidad-del-pavimento/>
- TODOINGENIERIAS. (2022b). *Problemas comunes en el pavimento: causas y soluciones efectivas*. <https://todoingenierias.com/problemas-comunes-en-el-pavimento-causas-y-soluciones-efectivas/>
- Vaetrix. (2021). *¿Qué es la prueba hidrostática?* <https://www.vaetrix.com/es/hydrostatic-pressure-testing>
- Vasquez, L. (2022). *Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras*. *Ingepav*, 90. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>
- Vasquez Varela, L. R. (2020). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos*.

ANEXOS

ANEXO 1

Tablas de resultados en función del PCI, VDT y edad de las vías asfaltadas del cantón Riobamba.

Tabla 8

Resultados del PCI de la vía con y sin intervención hidrosanitaria y edad de la vía.

VIA	Sin intervención obra hidrosanitaria		Con intervención obra hidrosanitaria		Diferencia		Edad calculada de la vía		
	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Sin Intervención n	Con intervención	
								VD Corregido	VD sin corrección
Av. Juan Félix Proaño ida	81	90	81	87	0	3	5	6	7
Av. Juan Félix Proaño vuelta	89	98	86	97	3	1	4	4	6
Av. Puruhá ida	53	58	60	61	-6	-4	10	9	14
Av. Puruhá vuelta	54	59	59	59	-4	0	10	10	14
Valenzuela	62	68	63	63	-2	5	9	9	14
Joaquín Chiriboga	64	47	51	55	13	-8	9	11	16
Cuba 2	59	59	64	62	-5	-3	10	9	14
Cuba 1	54	52	64	63	-10	-11	10	9	14
Bernardo Darquea	34	41	33	27	1	14	13	13	18
Morona	44	39	61	59	-17	-20	12	9	13
24 de Mayo	13	14	28	30	-16	-16	16	14	20
Diego Almagro	34	30	49	48	-15	-18	13	11	15
Alvarado	28	22	38	42	-11	-21	14	12	17
Virgilio Corral	22	19	26	25	-4	-6	15	14	21
Av. 11 de Noviembre	37	31	45	38	-8	-7	13	12	17
Tarqui	64	65	42	41	22	24	9	12	19
Francia	52	48	54	54	-3	-6	11	10	15

Cesar León Hidalgo	37	34	48	48	-10	-14	13	11	16
Barón de Carondelet	77	100	62	65	16	35	6	9	12
Loja	38	29	40	36	-1	-7	12	12	17
Orozco	79	94	68	79	11	15	6	8	11
León Febres Cordero 1	61	61	32	32	29	29	9	13	17
Alausí	36	35	30	30	6	5	13	13	16
Luz Elisa Borja	38	42	31	38	7	4	13	13	13
Vicente Rocafuerte	95	100	94	97	1	3	2	2	17
Gerónimo Carrión	59	60	56	57	3	3	9	10	11
José María Urbina	32	28	18	11	14	18	13	15	24
México 1	33	23	17	11	16	12	13	15	23
Francisco Rosales	63	64	23	21	40	43	9	14	20
Junín	78	95	71	95	8	0	6	8	12
Antonio Borrero	39	41	26	25	13	16	12	14	20
Vicente Ramon Roca	95	100	94	97	2	3	2	2	2
Mariana de Jesús	29	25	21	21	8	4	14	15	20
Galo Plaza	53	48	52	43	2	5	10	11	14
José Velasco Ibarra	43	41	40	37	4	5	12	12	18
Carabobo	40	35	24	20	17	15	12	14	21
Juan Montalvo	99	100	98	98	1	2	0	1	1
Xavier Espinoza	32	26	28	25	5	1	13	14	17
Chimborazo	26	20	15	10	11	10	14	15	29
Patria Libre	32	21	32	21	0	0	13	13	19
Jaime Roldós Aguilera	42	39	33	34	9	5	12	13	20
Vías Guano	26	17	26	17	1	0	14	14	19
Mallas I	68	75	53	53	16	22	8	10	12
Mallas II	93	100	68	78	24	22	3	8	12
Mallas III	60	61	40	41	20	20	9	12	15
Argentinos	96	100	95	100	1	0	1	2	10
Chiriboga	88	95	88	95	0	0	4	4	7

Venezuela	94	98	94	98	0	0	2	2	2
Ayacucho	95	98	95	98	0	0	2	2	2
Junín (2)	82	95	82	95	0	0	5	5	17
México (2)	52	51	35	51	17	0	11	13	20
Luis Cordovez	48	55	42	42	7	13	11	12	16
Febres Cordero (2)	43	44	14	11	29	33	12	15	24
Nueva York	46	47	32	31	14	17	11	13	20
Buenos Aires	47	48	28	26	19	23	11	14	20
Febres Cordero (2)	43	44	14	11	29	33	12	15	24
Luz Elisa Borja (2)	88	90	88	88	0	2	4	4	5
Prolongación Vicente Ramón Roca	92	93	91	93	1	0	3	3	5
Araujo Chiriboga	82	85	81	85	0	0	5	5	5
Av. Milton Reyes ida carril derecho	86	93	87	92	0	0	4	4	5
Av. Milton Reyes ida carril izquierdo	94	98	93	97	1	1	2	2	2
Av. Milton Reyes vuelta carril derecho	79	88	74	87	5	2	6	7	7
Av. Milton Reyes vuelta carril izquierdo	87	91	85	91	2	0	4	5	5
Av. 11 de noviembre ida carril derecho	54	62	39	40	15	22	10	12	19
Av. 11 de noviembre ida carril izquierdo	15	30	33	30	-18	0	15	13	21
Av. 11 de noviembre vuelta carril derecho	57	63	47	46	11	17	10	11	17
Av. 11 de noviembre vuelta carril izquierdo	49	55	44	52	4	3	11	12	17
Av. Canónigo Ramos ida carril derecho	57	61	57	61	0	0	10	10	13
Av. Canónigo Ramos ida carril izquierdo	61	62	60	62	1	0	9	9	13
Av. Canónigo Ramos vuelta carril derecho	55	58	51	57	4	1	10	11	15

Av. Canónigo Ramos vuelta carril izquierdo	66	66	66	66	0	0	8	8	13
--	----	----	----	----	---	---	---	---	----

Tabla 9

Resultados del Valor Deducible y el Valor Deducible Corregido.

VIA	Sin intervención obra hidrosanitaria		Con intervención obra hidrosanitaria		Diferencia			
	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana	Promedio	Mediana
Av. Juan Félix Proaño ida	18.67	10.3	26.56	14.00	7.89	3.70	142%	136%
Av. Juan Félix Proaño vuelta	17.31	2.35	23	4	5.42	1.65	131%	170%
Av. Puruhá ida	46.16	39.99	73	73	26.91	33.00	158%	183%
Av. Puruhá vuelta	45.16	40.43	74	70	28.38	29.39	163%	173%
Valenzuela	35.60	31.72	73	72	37.64	40.28	206%	227%
Joaquín Chiriboga	35.72	52.67	92	87	56.27	34.08	258%	165%
Cuba 2	35.52	33.79	77	80	41.00	46.00	215%	236%
Cuba 1	38.59	36.53	76	76	37.00	39.03	196%	207%
Bernardo Darquea	55.09	46.785	110	118	54.95	71.22	200%	252%
Morona	42.03	42.93	67	77	24.79	34.38	159%	180%
24 de mayo	86.80	73.86	129	122	42.60	48.56	149%	166%
Diego Almagro	52.38	57.735	84	86	31.38	28.07	160%	149%
Alvarado	62.21	68.075	101	96	39.10	28.00	163%	141%
Virgilio Corral	62.74	60.89	142	140	79.47	79.47	227%	231%
Av. 11 de noviembre	50.30	47.94	98	106	47.27	57.71	194%	220%
Tarqui	67	67	118	119	50.40	52.00	175%	178%
Francia	45.66	50.36	87	89	41.10	38.55	190%	177%
Cesar León Hidalgo	61.741	62.78	89	94	26.86	31.09	143%	150%

Barón de Carondelet	19.24	2	55	37	35.74	35.00	286%	1850%
Loja	58.75	66.55	97	101	38.07	34.63	165%	152%
Orozco	36.90	6.00	54	24	17.13	18.00	146%	400%
León Febres Cordero 1	56.59	57.5	98	100	40.94	42.74	172%	174%
Alausí	76.13	74.2	93	93	16.87	18.80	122%	125%
Luz Elisa Borja	41.99	42.5	69	62	27.07	19.50	164%	146%
Vicente Rocafuerte	50.09	37.50	99	95	48.91	57.50	198%	253%
Gerónimo Carrión	46.17	45.95	54	51	8.17	5.30	118%	112%
José María Urbina	142.22	152.75	175	184	32.88	31.25	123%	120%
México 1	134.00	151	161	178	26.92	27.00	120%	118%
Francisco Rosales	66.63	68.5	133	131	66.50	62.50	200%	191%
Junín	30.70	12	58	87	27.52	75.00	190%	725%
Antonio Borrero	109.05	114.25	127	132	17.47	17.80	116%	116%
Vicente Ramon Roca	4.77	0.00	5	0	0.00	0.00	100%	0%
Mariana de Jesús	122.44	125.00	137	138	14.52	13.00	112%	110%
Galo Plaza	67.33	57.00	70	57	3.07	0.00	105%	100%
José Velasco Ibarra	95.95	84.00	113	85	16.75	0.50	117%	101%
Carabobo	113.50	56.00	142	147	28.43	91.00	125%	263%
Juan Montalvo	2.22	2.00	2	2	0.00	0.00	100%	100%
Xavier Espinoza	100.22	87.00	101	89	0.67	2.00	101%	102%
Chimborazo	193.55	201.00	241	249	47.64	48.00	125%	124%
Patria Libre	114.85	132.00	117	132	1.69	0.00	101%	100%
Jaime Roldós Aguilera	118	122	127	133	9.27	10.50	108%	109%
Vías Guano	122.65	117.00	123.90	117.00	1.25	0.00	101%	100%
Mallas I	47.50	47.50	58.50	58.50	11.00	11.00	123%	123%
Mallas II	46.07	26.00	57.33	50	11.26	24.00	124%	192%
Mallas III	73.86	64.50	86.76	74.50	12.90	10.00	117%	116%
Argentinos	30.10	18.00	41.75	28.00	11.65	10.00	139%	156%
Chiriboga	28.42	17.95	28.42	17.95	0.00	0.00	100%	100%
Venezuela	5.69	0.00	6.46	1.30	0.77	1.30	114%	0%
Ayacucho	5.54	0	6.28	1.26	0.74	1.26	113%	0%

Junín (2)	52.47	62.00	98.84	134	46.38	72.00	188%	216%
México (2)	95.84	95.00	129.40	95	33.56	0.00	135%	100%
Luis Cordovez	77.59	69.00	91.27	69	13.68	0.00	118%	100%
Febres Cordero (2)	106.81	106.00	172.96	177.5	66.15	71.50	162%	167%
Nueva York	103.73	101.50	133.18	101.50	29.45	0.00	128%	100%
Buenos Aires	97.20	90.00	130.60	130.00	33.41	40.00	134%	144%
Febres Cordero (2)	106.81	106.00	172.96	177.5	66.15	71.50	162%	167%
Luz Elisa Borja (2)	14.66	11.80	15.74	11.80	1.07	0.00	107%	100%
Prolongación Vicente Ramón Roca	14.55	14.00	17.36	14.00	2.82	0.00	119%	100%
Araujo Chiriboga	18.16	15.00	18.63	15.00	0.47	0.00	103%	100%
Av. Milton Reyes ida carril derecho	13.94	7.50	15.48	8	1.54	0.33	111%	104%
Av. Milton Reyes ida carril izquierdo	5.44	2.00	6.19	3	0.75	1.00	114%	150%
Av. Milton Reyes vuelta carril derecho	21.31	12.00	26.13	14	4.81	1.50	123%	113%
Av. Milton Reyes vuelta carril izquierdo	12.94	9.50	15.31	10	2.38	0.00	118%	100%
Av. 11 de noviembre ida carril derecho	88.03	71.50	121.24	110	33.21	38.50	138%	154%
Av. 11 de noviembre ida carril izquierdo	143.21	141.50	143.38	142	0.18	0.00	100%	100%
Av. 11 de noviembre vuelta carril derecho	75	70	101	97	26.66	27.00	136%	139%
Av. 11 de noviembre vuelta carril izquierdo	94.43	79.00	105.71	92	11.29	13.00	112%	116%
Av. Canónigo Ramos ida carril derecho	67.21	64.00	67.98	64	0.77	0.00	101%	100%
Av. Canónigo Ramos ida carril izquierdo	65.72	58.00	66.17	58	0.45	0.00	101%	100%
Av. Canónigo Ramos vuelta carril derecho	76.11	78.00	85.96	84	9.85	6.00	113%	108%
Av. Canónigo Ramos vuelta carril izquierdo	62	60	62	60	0.23	0.00	100%	100%

Tabla 10

Porcentaje de incidencia del servicio de alcantarillado para cada vía.

VIA	VD Alcantarillas	%R
Av. Juan Félix Proaño ida	8.35	31%
Av. Juan Félix Proaño vuelta	5.42	24%
Av. Puruhá ida	26.91	37%
Av. Puruhá vuelta	28.38	39%
Valenzuela	37.64	51%
Joaquín Chiriboga	56.27	61%
Cuba 2	41.00	54%
Cuba 1	37.00	49%
Bernardo Darquea	54.95	50%
Morona	24.79	37%
24 de mayo	42.60	33%
Diego Almagro	31.38	37%
Alvarado	39.10	39%
Virgilio Corral	35.17	25%
Av. 11 de noviembre	47.27	48%
Tarqui	50.40	43%
Francia	41.10	47%
Cesar León Hidalgo	26.86	30%
Barón de Carondelet	36.21	66%
Loja	38.07	39%
Orozco	20.00	37%
León Febres Cordero 1	47.57	49%

Alausí	17.20	18%
Luz Elisa Borja	41.99	61%
Vicente Rocafuerte	23.03	23%
Gerónimo Carrión	8.17	15%
José María Urbina	85.44	49%
México I	30.00	19%
Francisco Rosales	60.06	45%
Junín	41.85	72%
Antonio Borrero	17.57	14%
Vicente Ramon Roca	3.33	70%
Mariana de Jesús	14.83	11%
Galo Plaza	7.64	11%
José Velasco Ibarra	16.30	14%
Carabobo	28.43	20%
Juan Montalvo	2.50	113%
Xavier Espinoza	2.67	3%
Chimborazo	54.18	22%
Patria Libre	13.56	12%
Jaime Roldós Aguilera	13.32	10%
Vías Guano	13.80	11%
Mallas I	32.50	56%
Mallas II	71.57	125%
Mallas III	41.15	47%
Argentinos	19.97	21%
Chiriboga	0.00	0%
Venezuela	3.54	55%
Ayacucho	2.45	3%
Junín (2)	69.63	70%
México (2)	39.08	30%
Luis Cordovez	27.93	31%
Febres Cordero (2)	69.33	40%

Nueva York	33.97	26%
Buenos Aires	36.85	28%
Febres Cordero (2)	69.33	40%
Luz Elisa Borja (2)	3.40	22%
Prolongación Vicente Ramón Roca	15.50	89%
Araujo Chiriboga	42.00	225%
Av. Milton Reyes ida carril derecho	4.92	32%
Av. Milton Reyes ida carril izquierdo	4.00	65%
Av. Milton Reyes vuelta carril derecho	19.25	74%
Av. Milton Reyes vuelta carril izquierdo	38.00	248%
Av. 11 de noviembre ida carril derecho	33.21	27%
Av. 11 de noviembre ida carril izquierdo	0.18	0%
Av. 11 de noviembre vuelta carril derecho	26.66	26%
Av. 11 de noviembre vuelta carril izquierdo	21.94	21%
Av. Canónigo Ramos ida carril derecho	12.00	18%
Av. Canónigo Ramos ida carril izquierdo	0.45	1%
Av. Canónigo Ramos vuelta carril derecho	24.37	28%
Av. Canónigo Ramos vuelta carril izquierdo	11.00	18%

Las figuras a continuación presentan el mismo análisis, en el que se aprecia el impacto que tienen las fallas comunes en las vías representadas por las barras azules y las fallas causadas por intervención hidrosanitaria representadas por las barras naranjas, este proceso se realiza para cada vía en función de los valores del VDT.

ANEXO 2

Gráficas de los impactos de las obras hidrosanitarias sobre las vías asfaltadas del cantón Riobamba.

Figura 19

Impacto de OH con relación al PCI de la vía JFP ida.

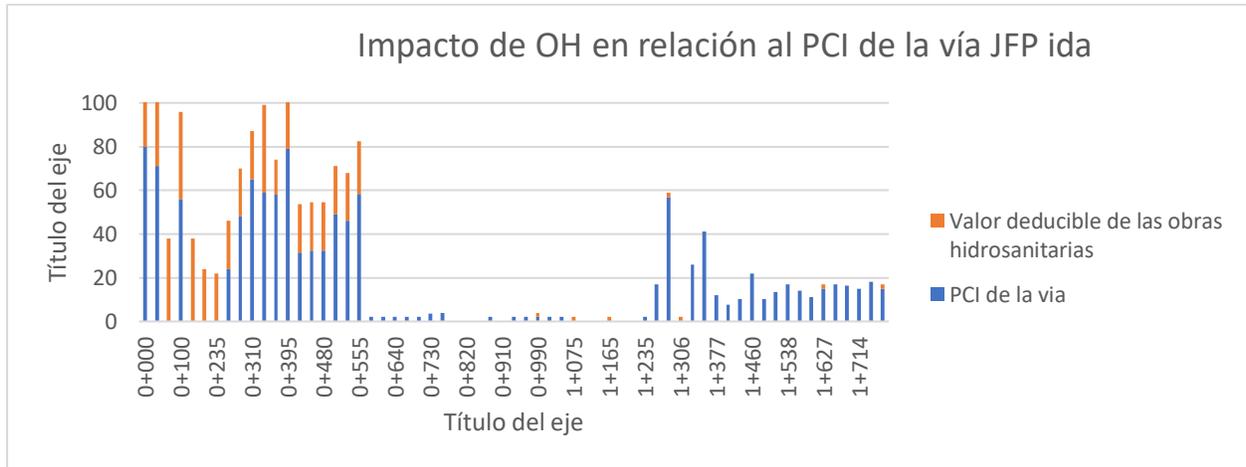


Figura 20

Impacto de OH con relación al PCI de la vía JFP vuelta.

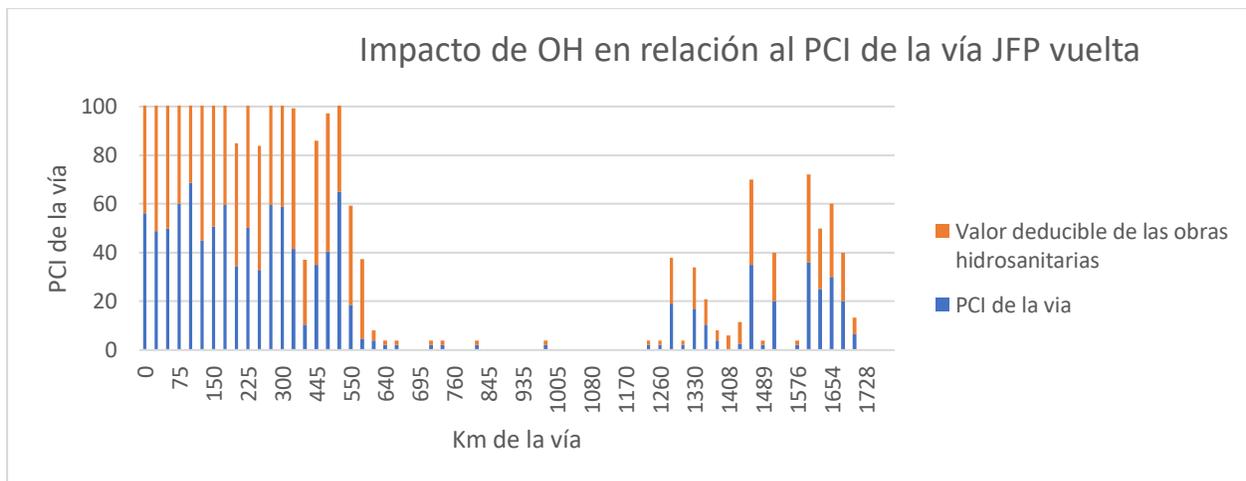


Figura 21

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Puruhá ida.

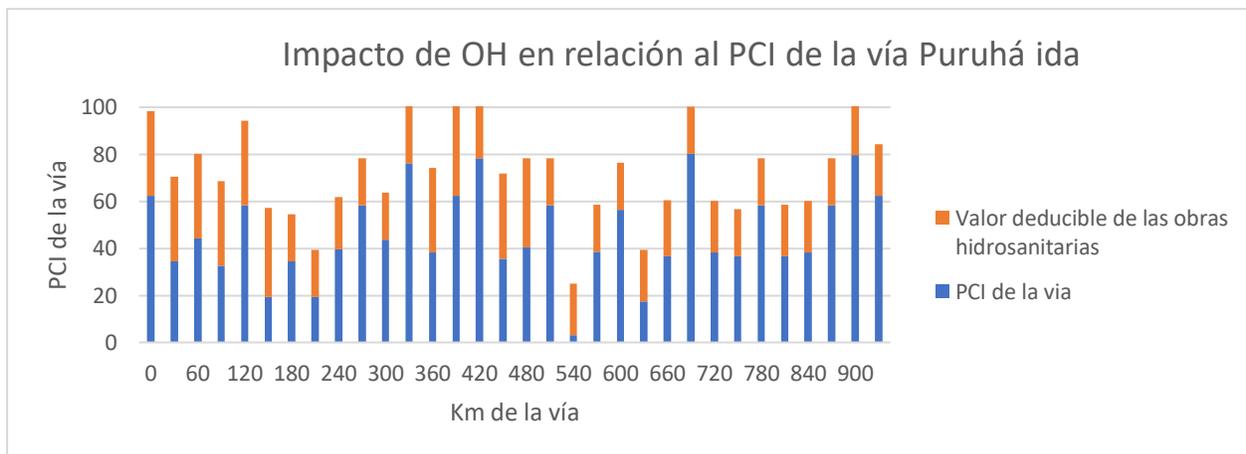


Figura 22

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Puruhá vuelta.

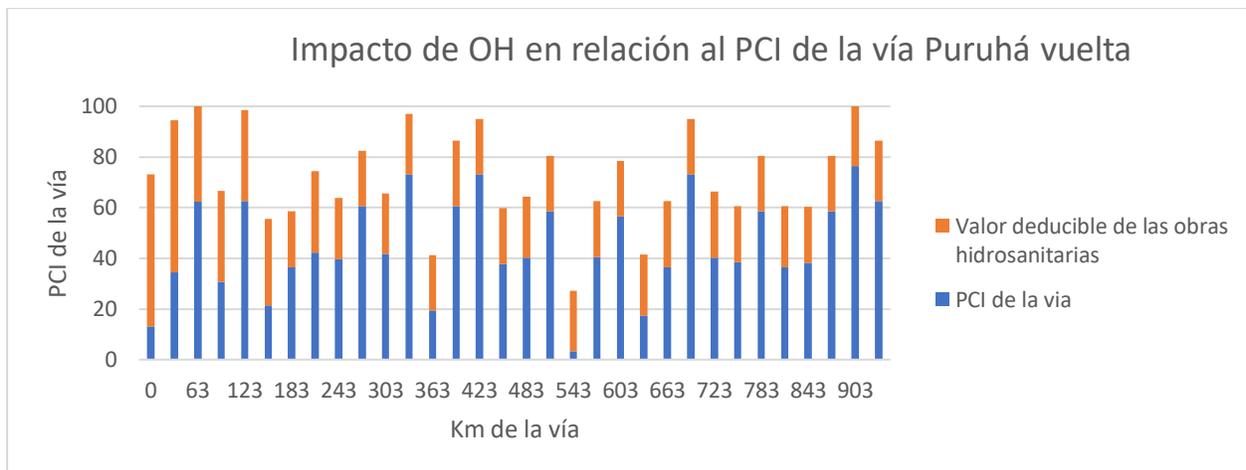


Figura 23

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Valenzuela.

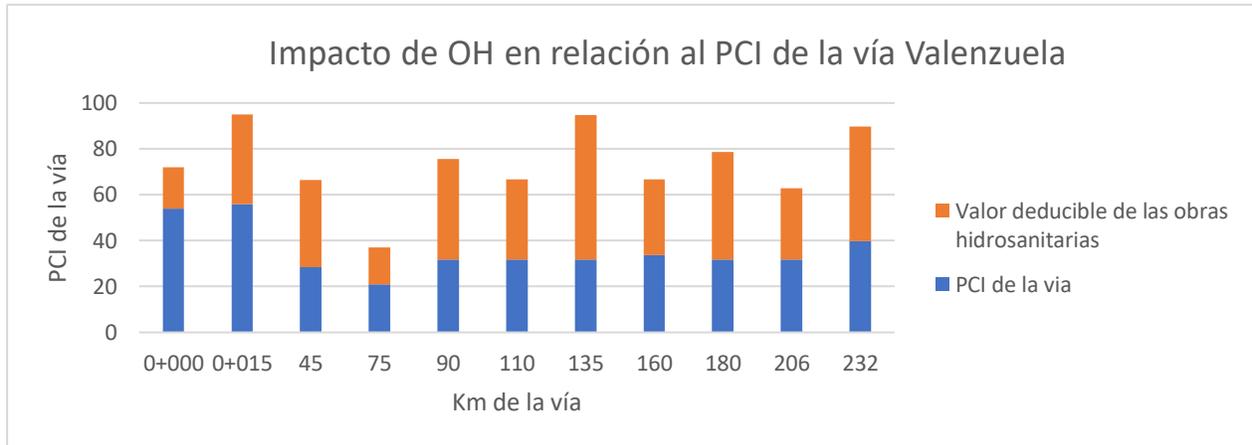


Figura 24

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Joaquín Chiriboga.

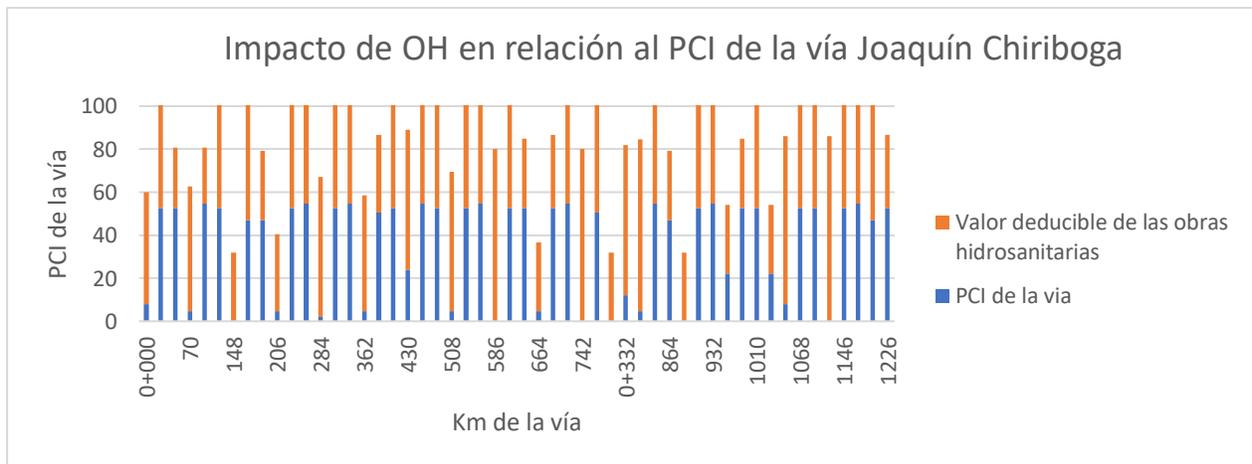


Figura 25

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Cuba 2.

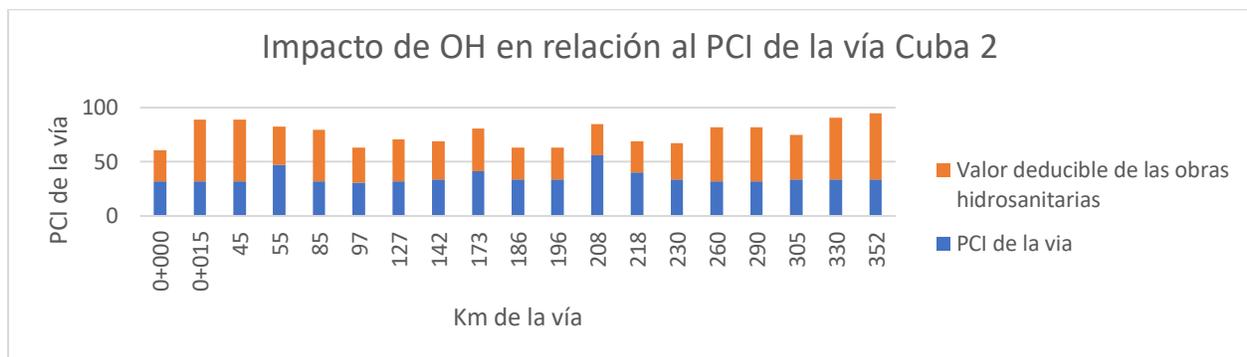


Figura 26

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Cuba 1.

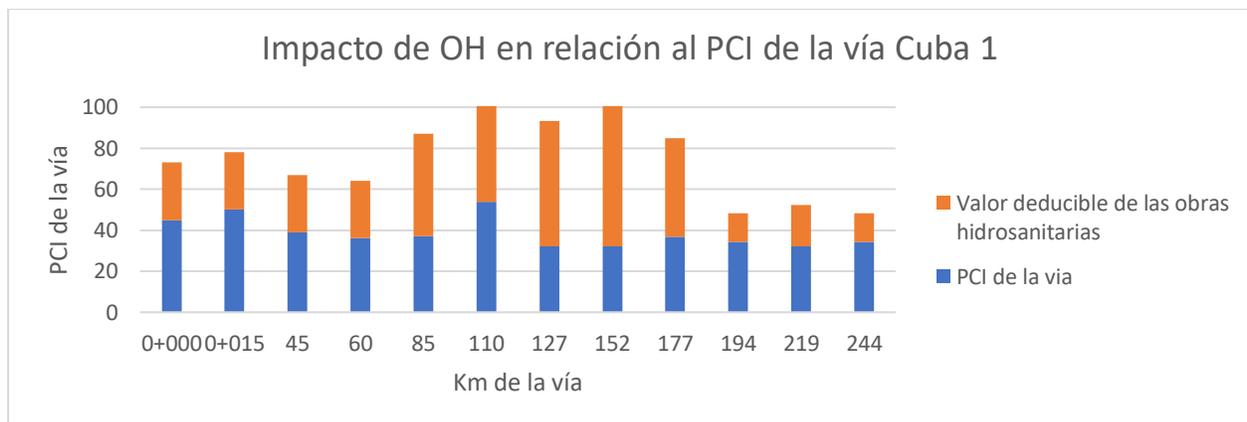


Figura 27

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Darquea.

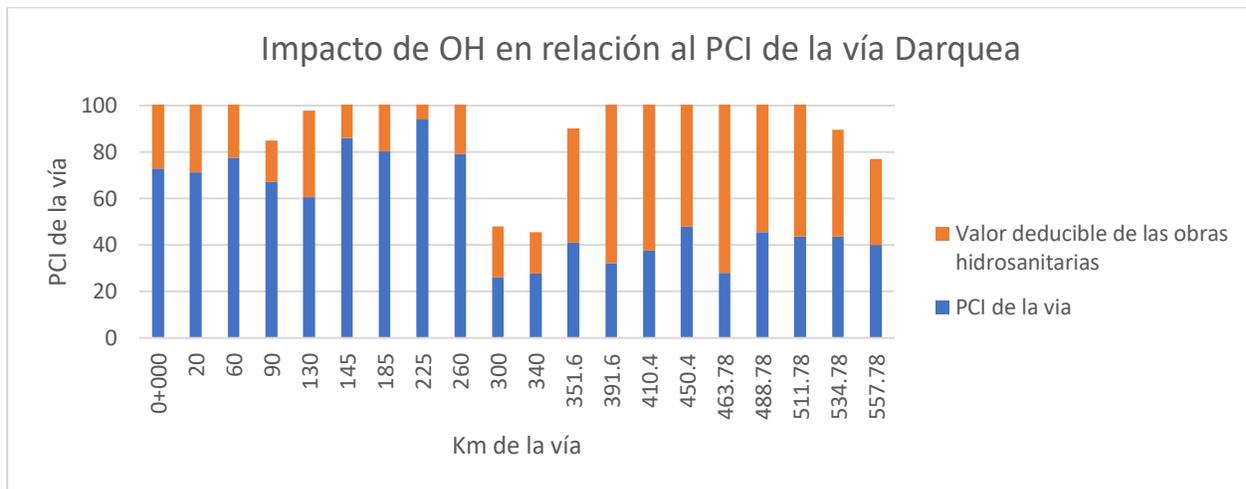


Figura 28

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Morona.

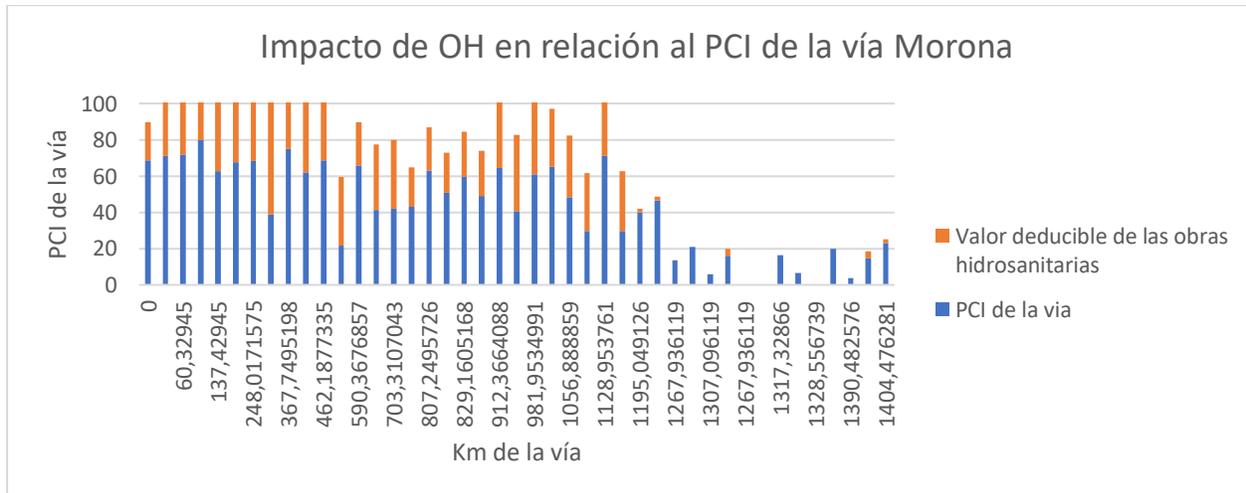


Figura 29

Impacto de OH en relación al PCI de la vía 24 de Mayo.

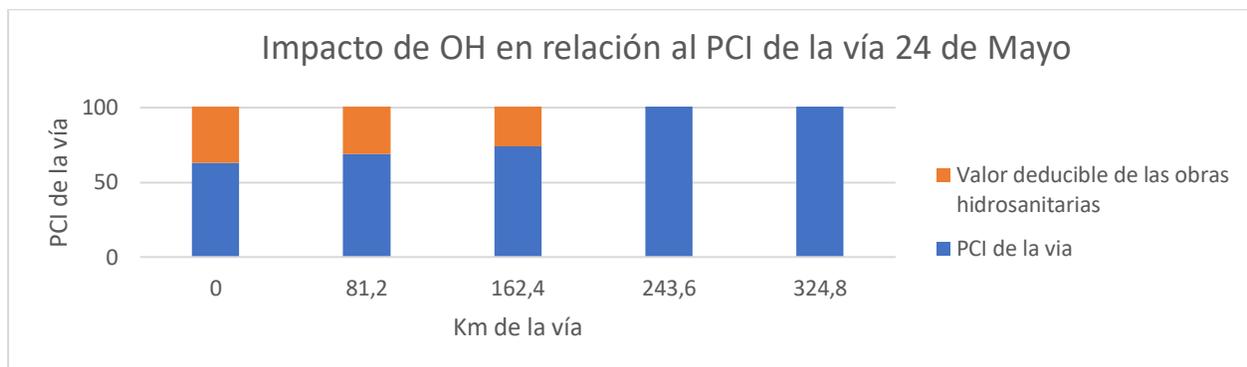


Figura 30

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Almagro.

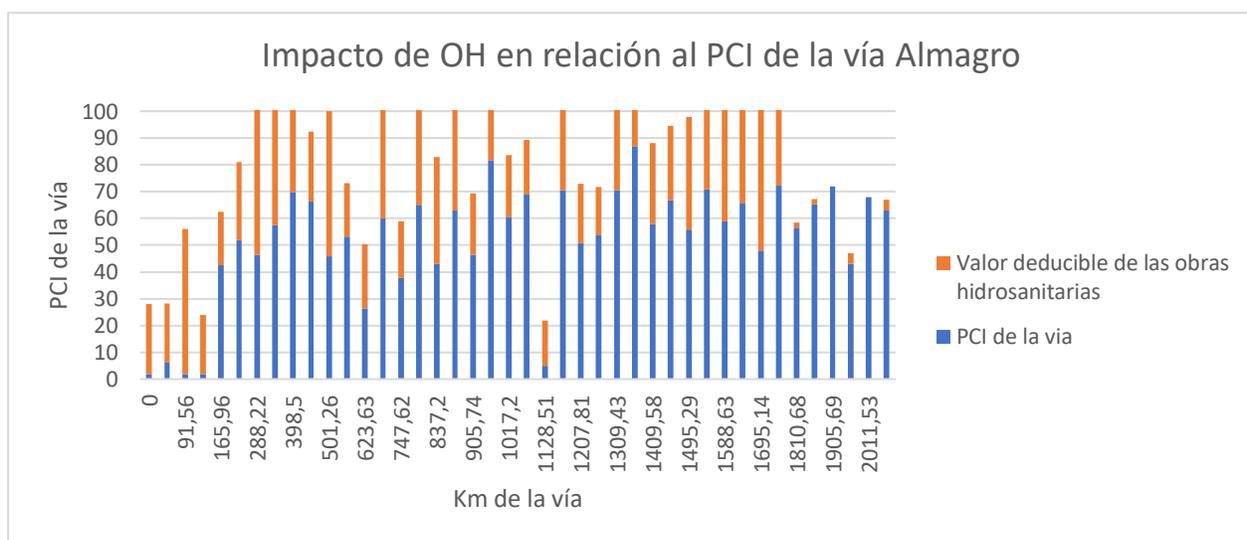


Figura 31

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Alvarado.

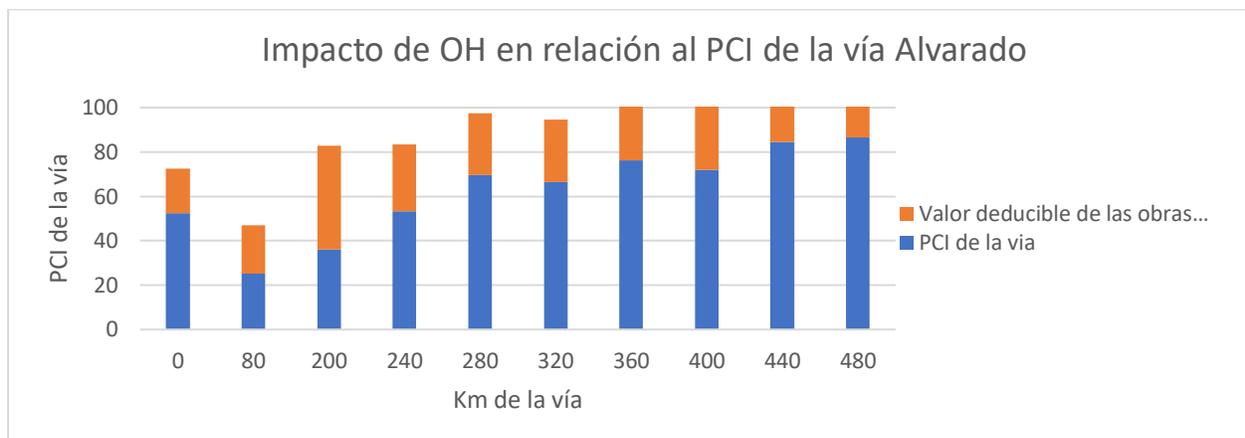


Figura 32

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Virgilio Corral.

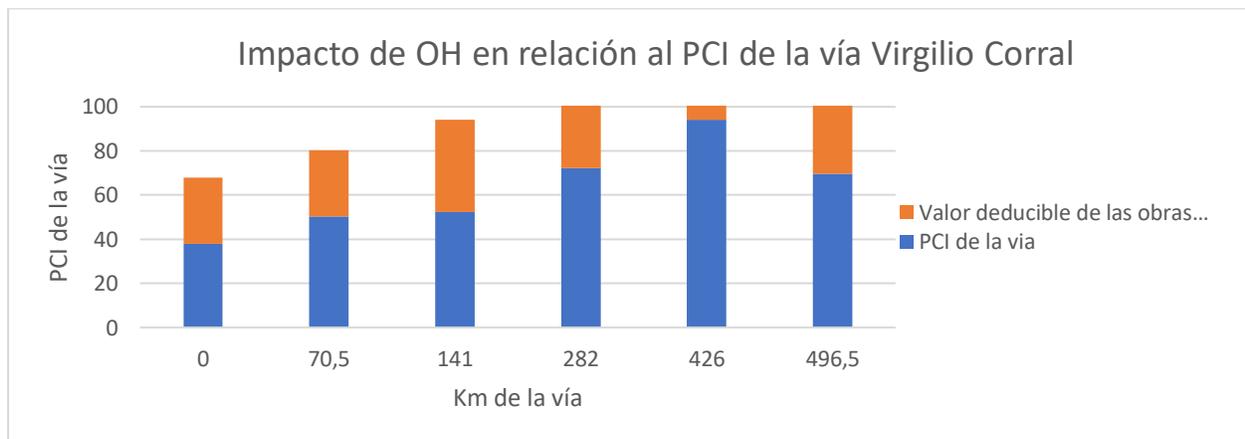


Figura 33

Impacto de OH en relación al PCI de la vía 11 de Noviembre.

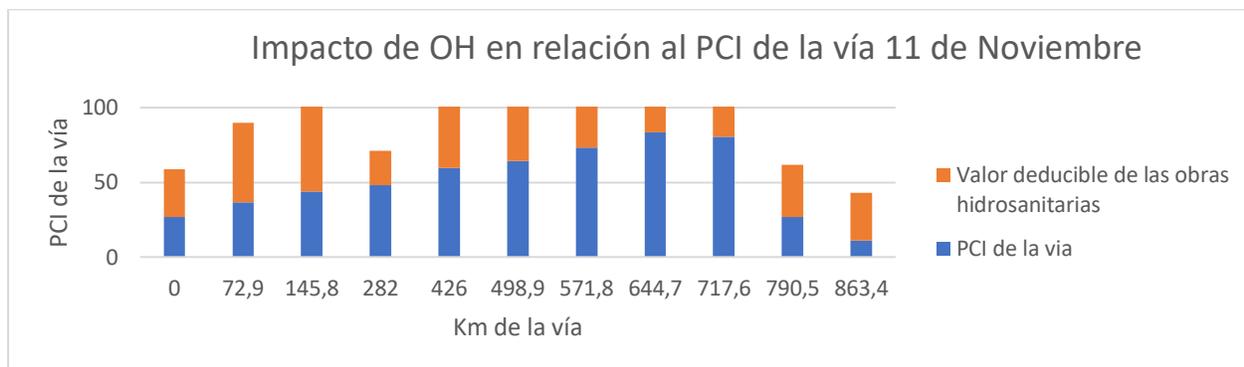


Figura 34

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Tarqui.

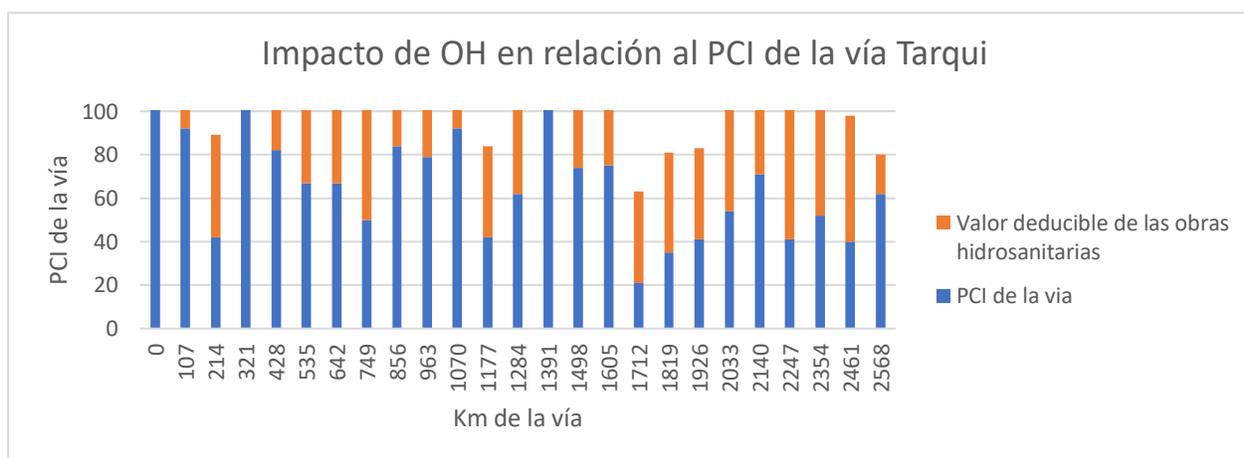


Figura 35

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Francia.

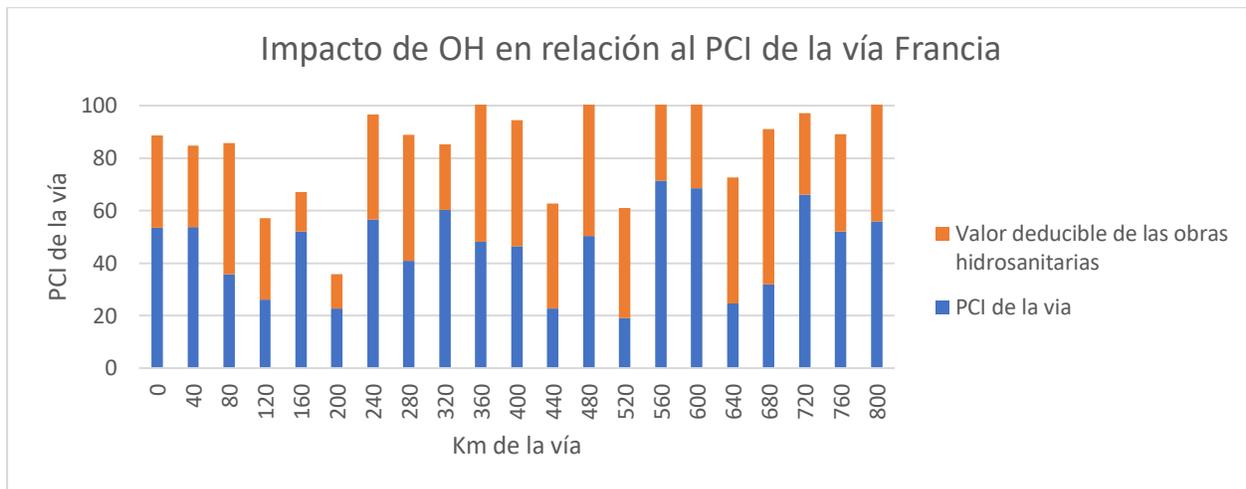


Figura 36

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Cesar León Hidalgo.

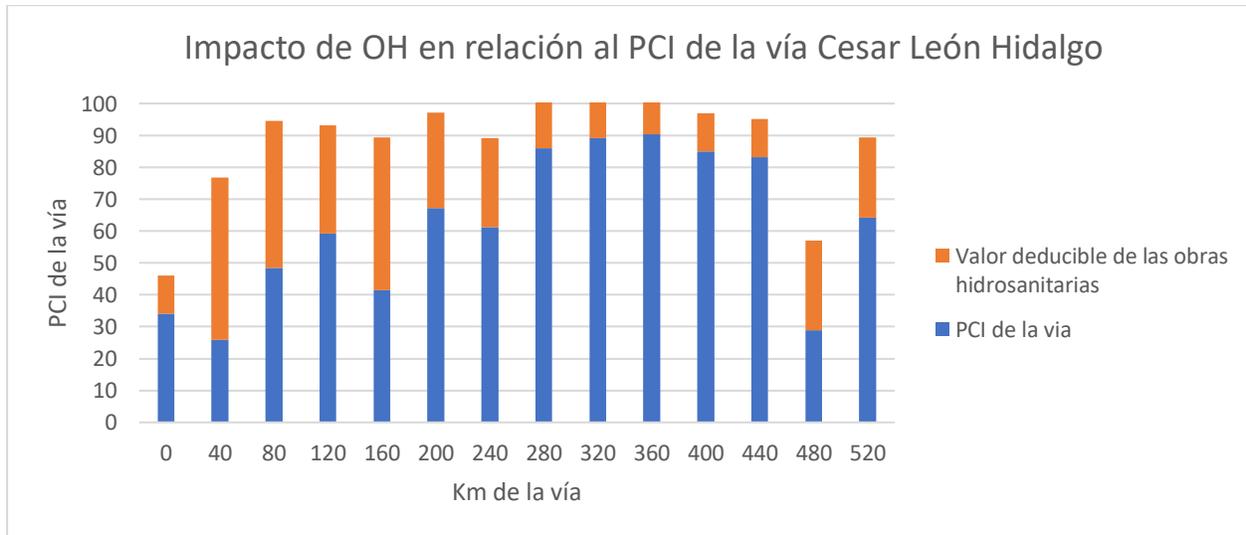


Figura 37

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Barón de Carondelet.

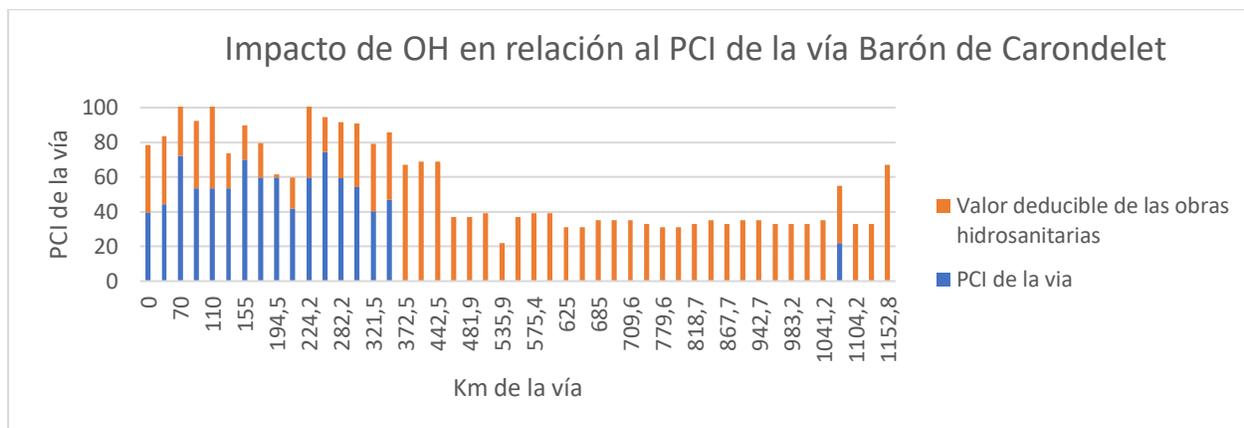


Figura 38

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Loja.

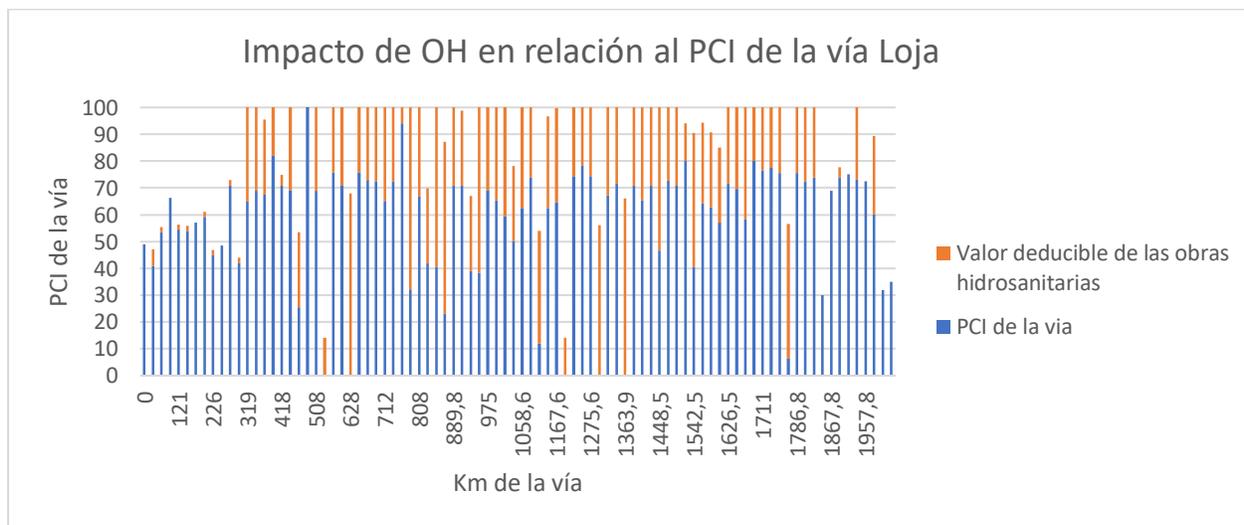


Figura 39

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Orozco.

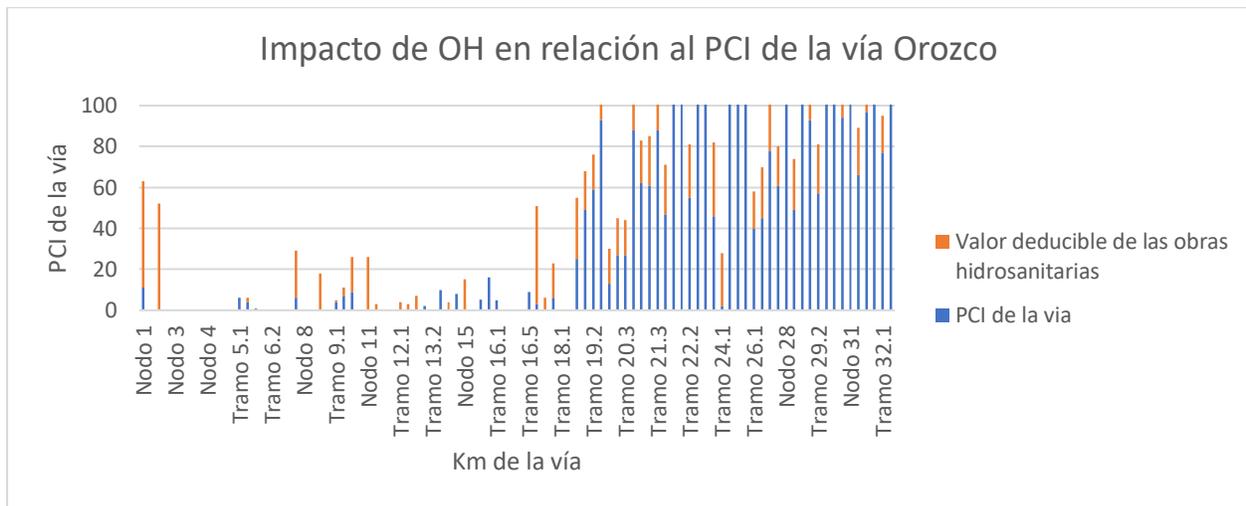


Figura 40

Impacto de OH con relación al PCI de la vía León Febres Cordero 1.

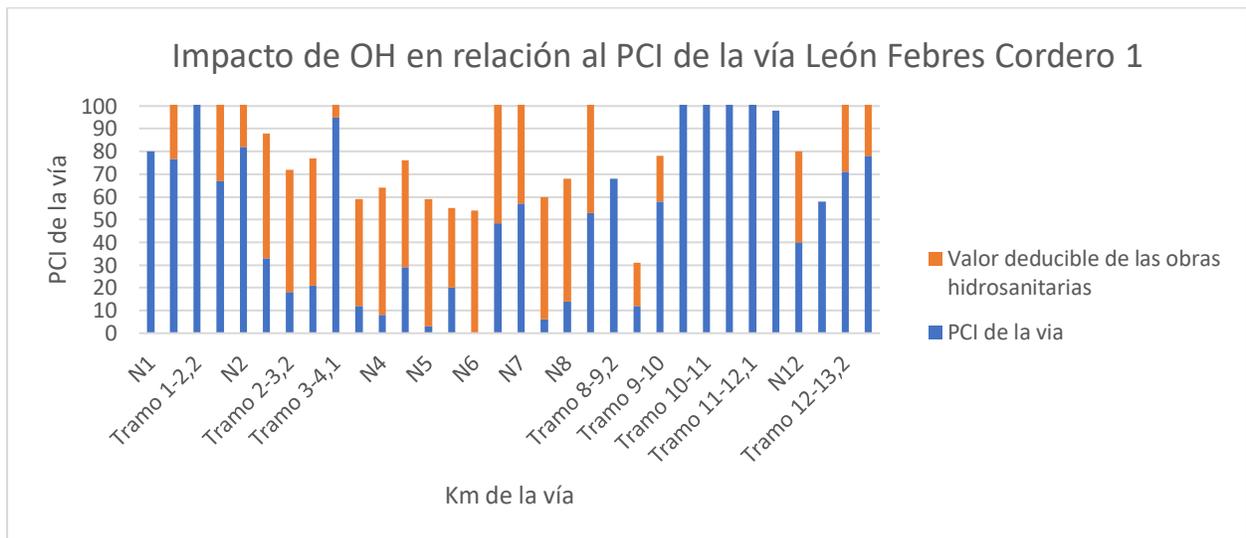


Figura 41

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Alausí.

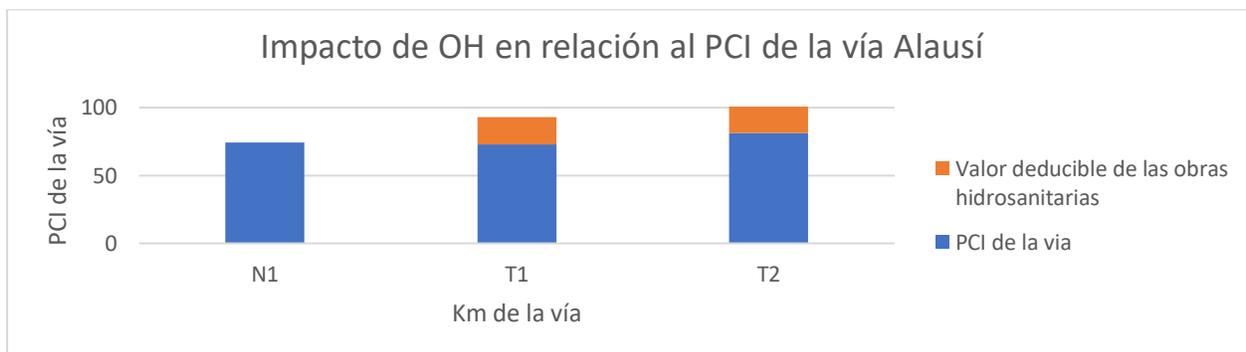


Figura 42

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Luz Eliza Borja.

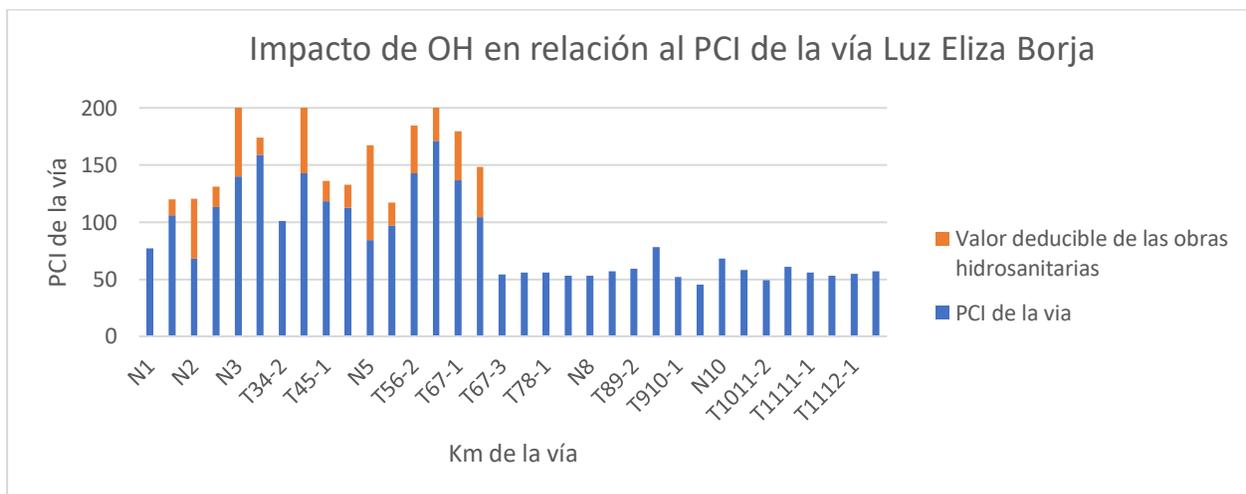


Figura 43

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Vicente Rocafuerte.

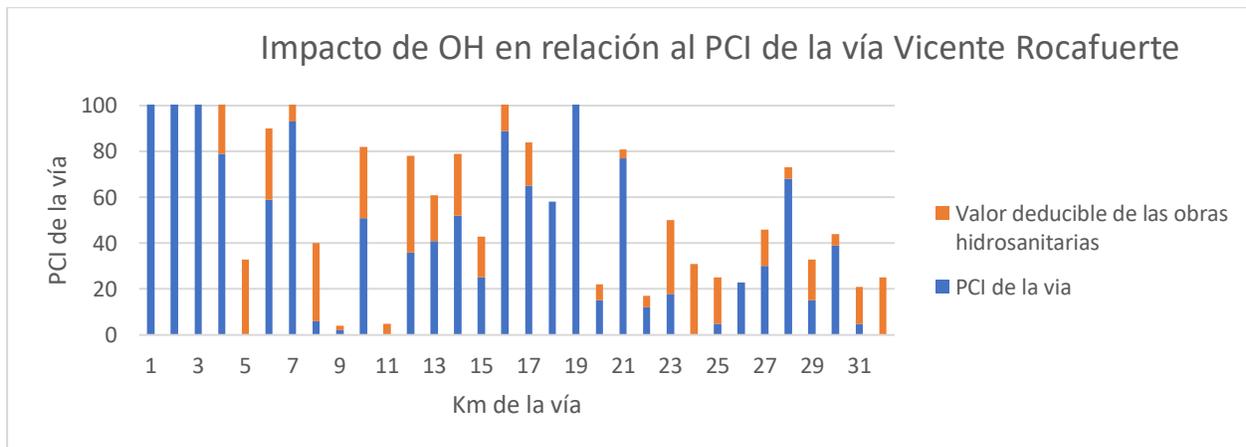


Figura 44

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Gerónimo Carrión.

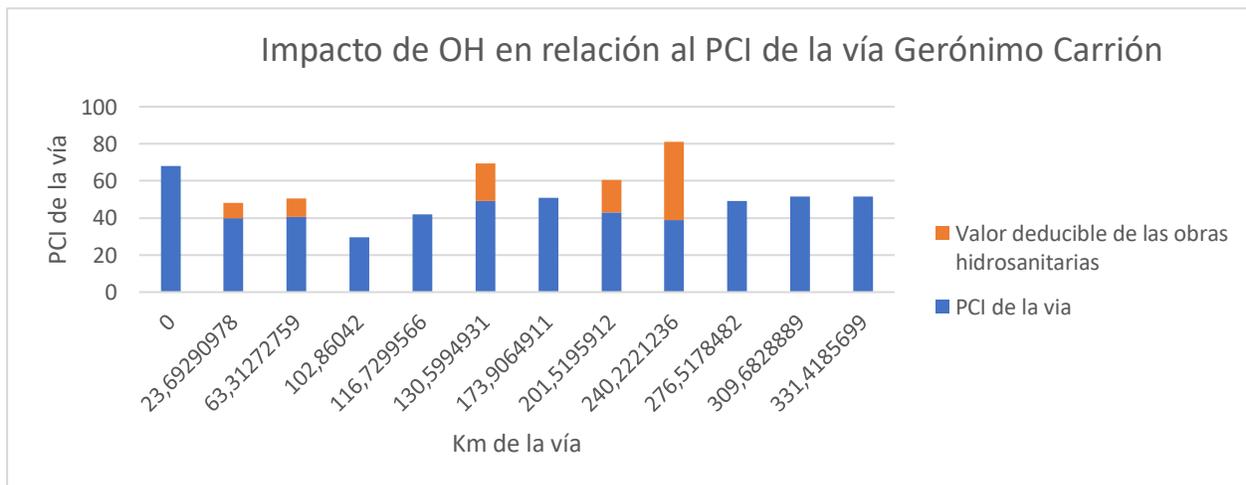


Figura 45

Impacto de OH con relación al PCI de la vía José María Urbina.

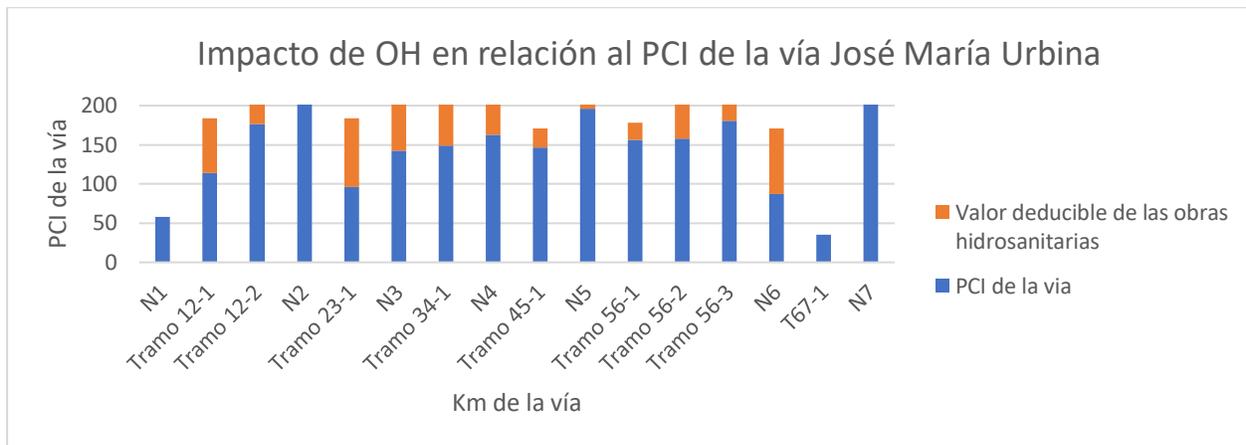


Figura 46

Impacto de OH con relación al PCI de la vía México 1.

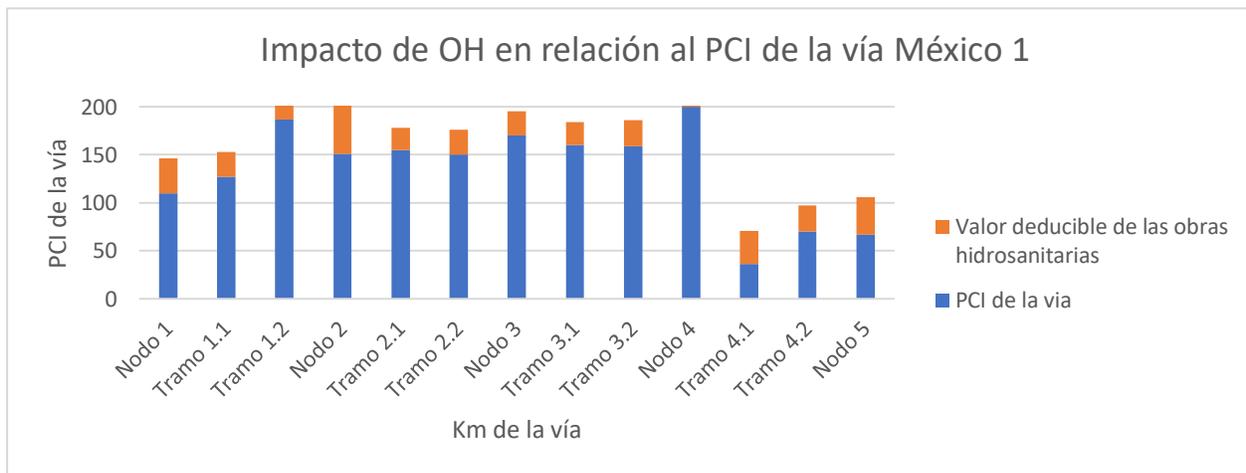


Figura 47

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Francisco Rosales.

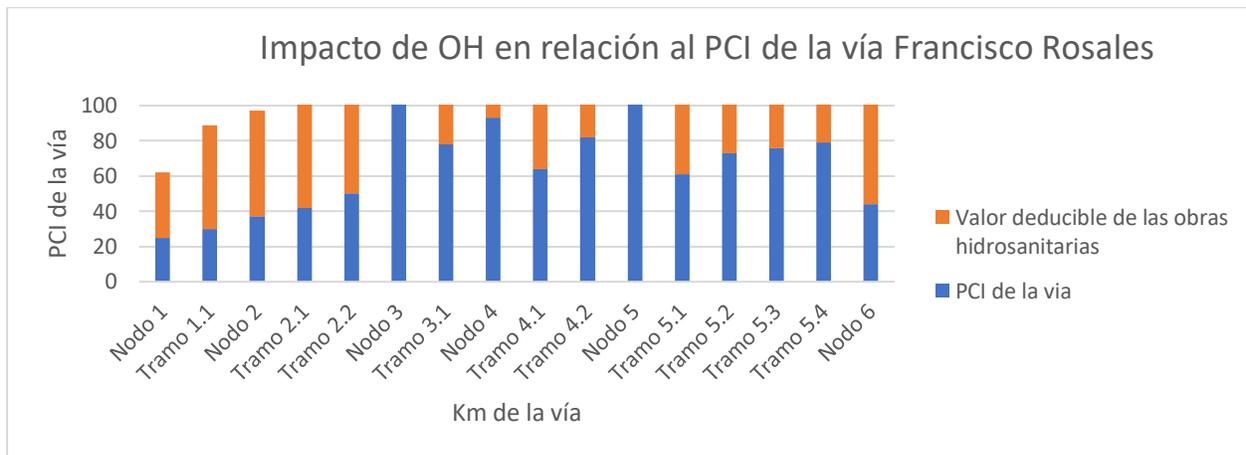


Figura 48

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Junín.

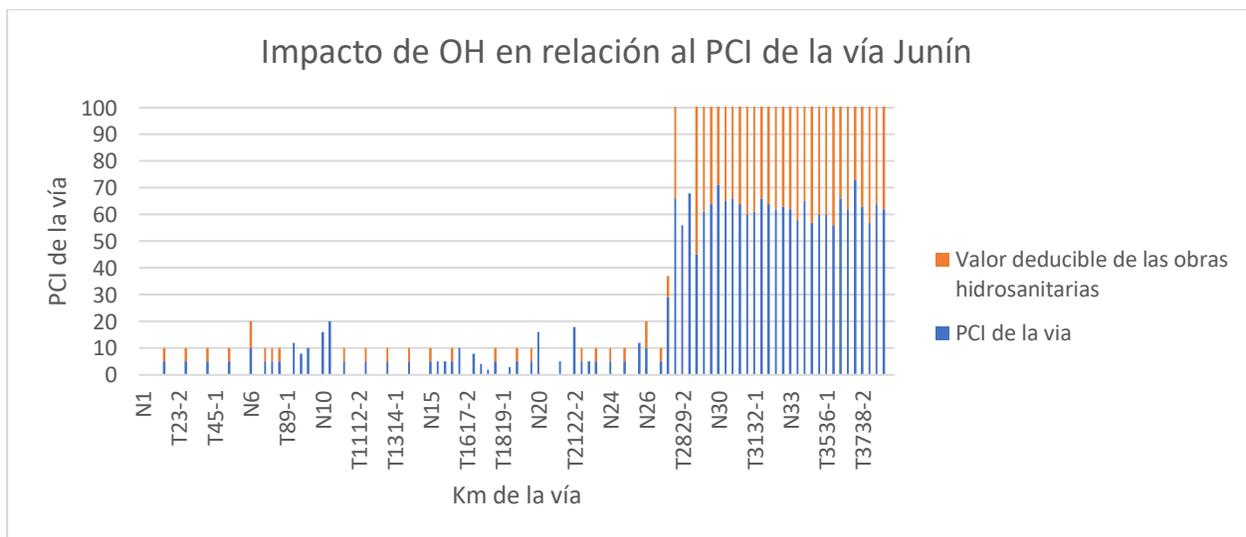


Figura 49

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Antonio Borrero.

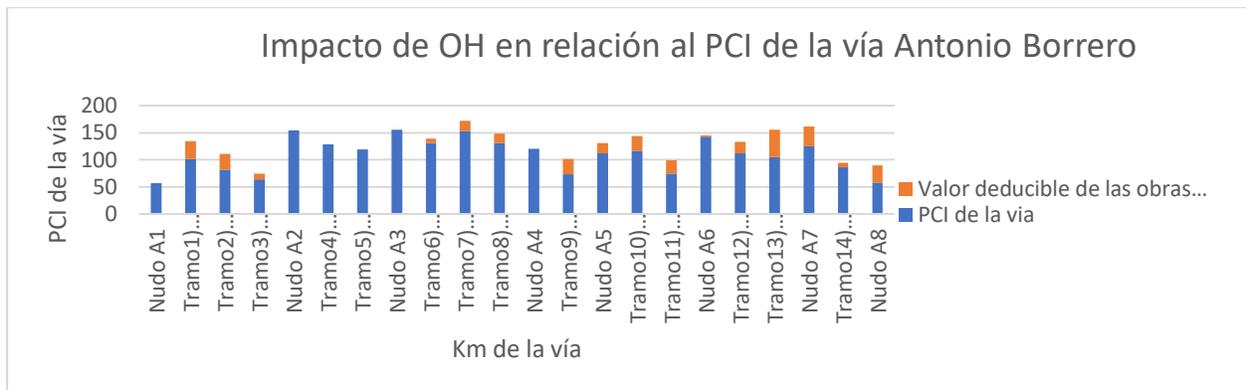


Figura 50

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Vicente Ramon Roca.

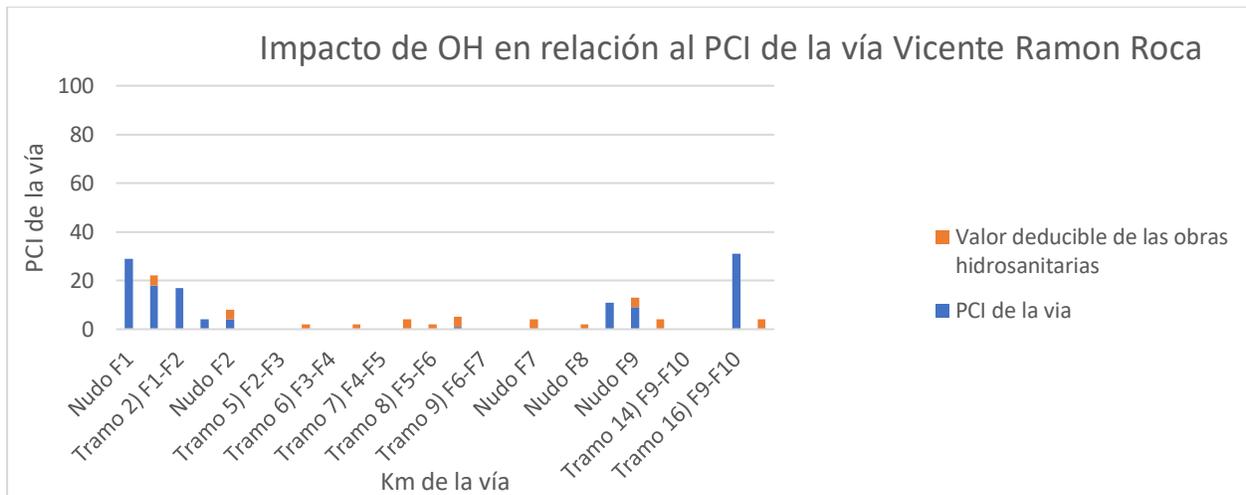


Figura 51

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mariana de Jesús.

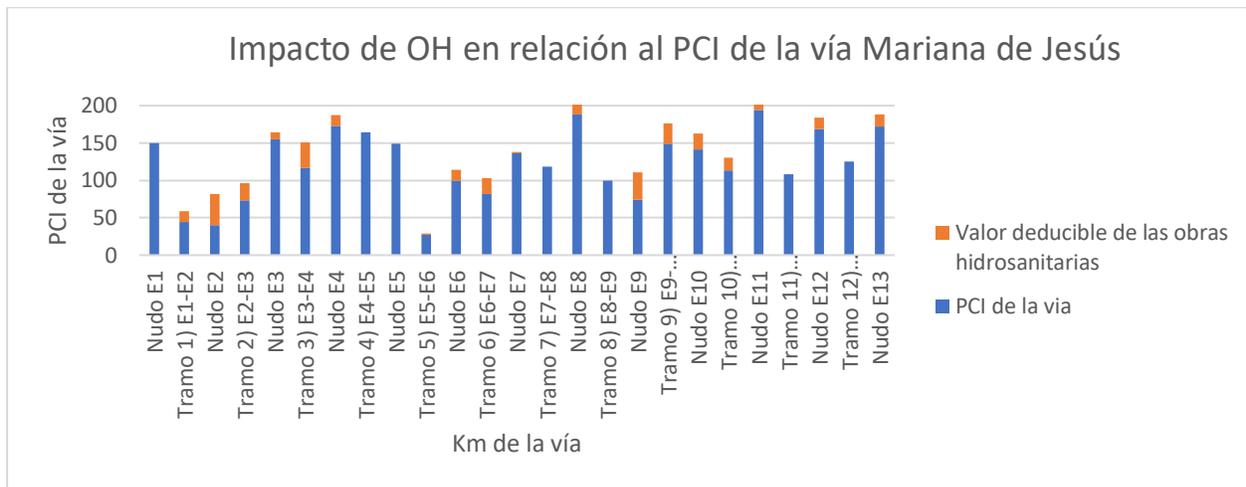


Figura 52

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Galo Plaza.

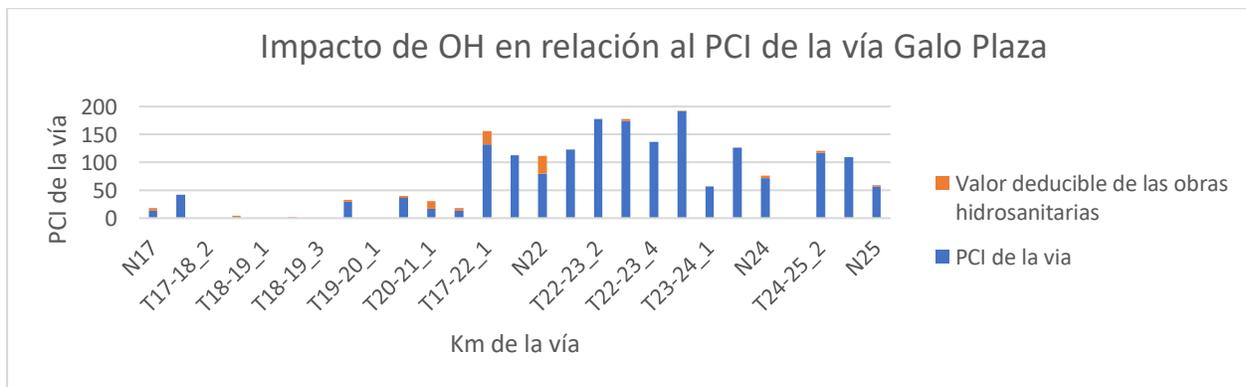


Figura 53

Impacto de OH con relación al PCI de la vía José Velasco Ibarra.

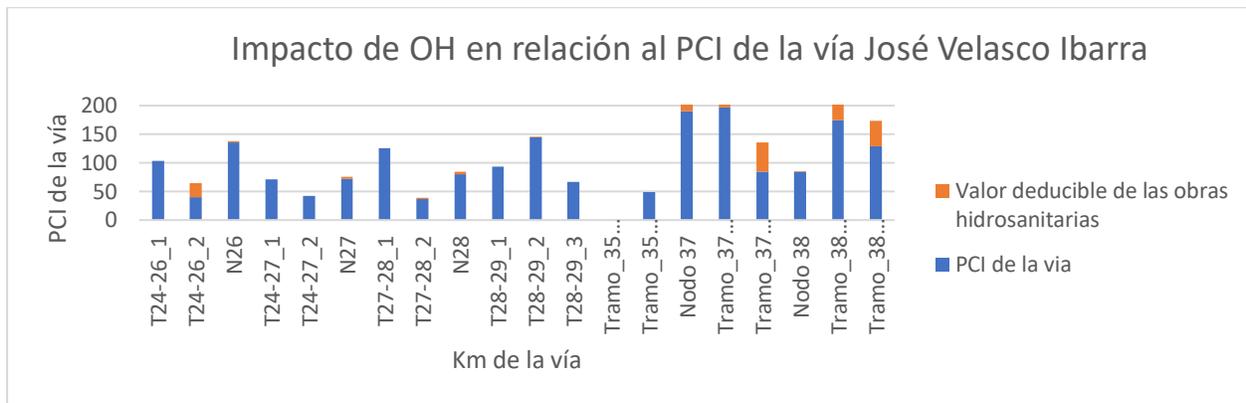


Figura 54

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Carabobo.

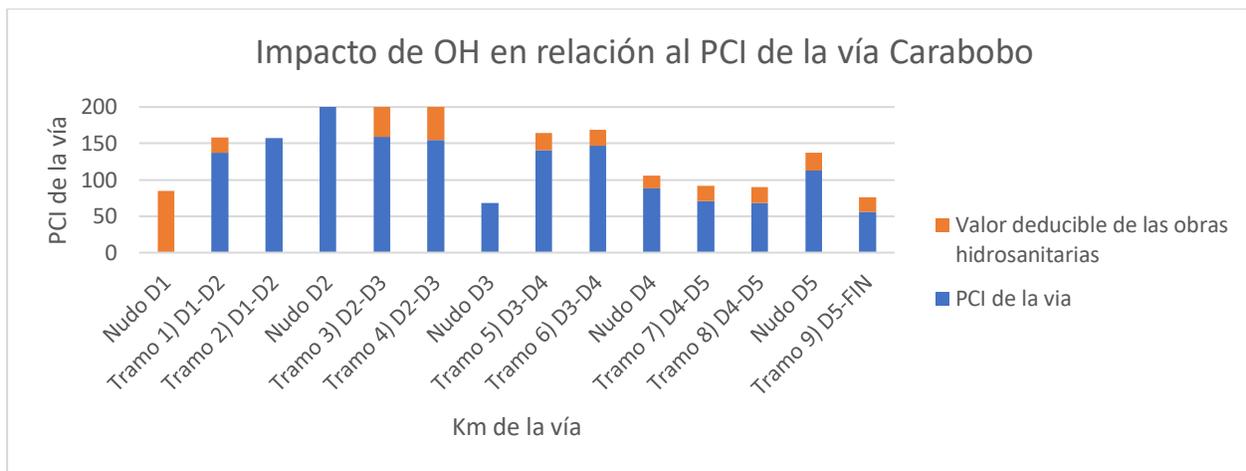


Figura 55

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Juan Montalvo.

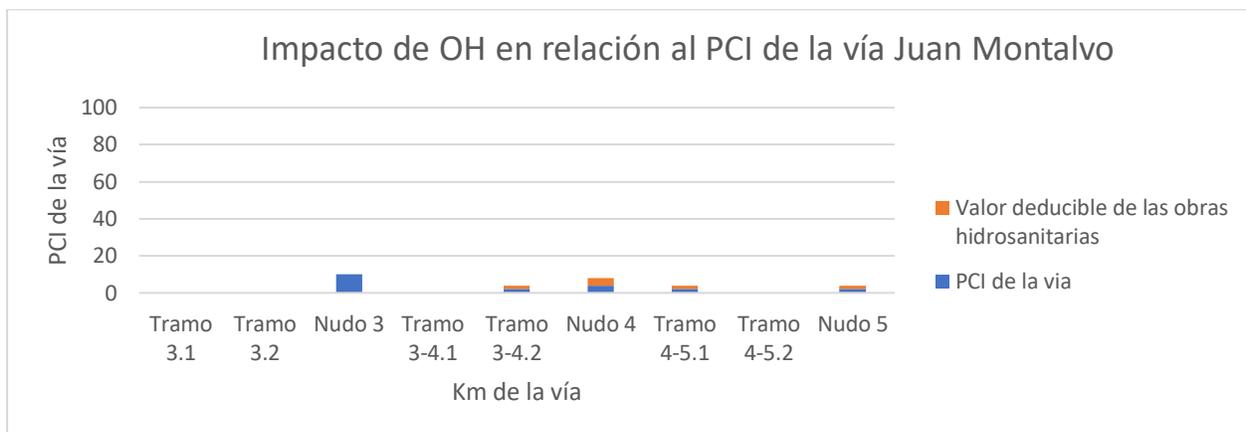


Figura 56

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Xavier Espinoza.

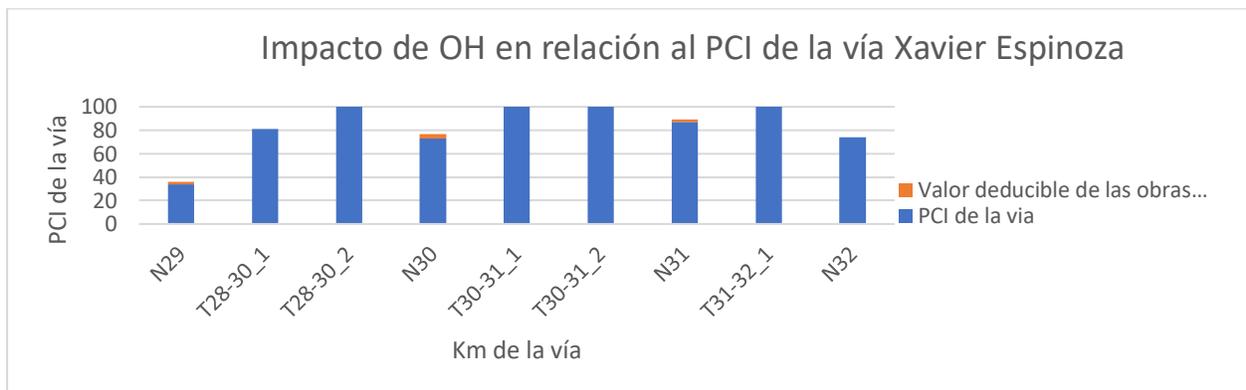


Figura 57

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Chimborazo.

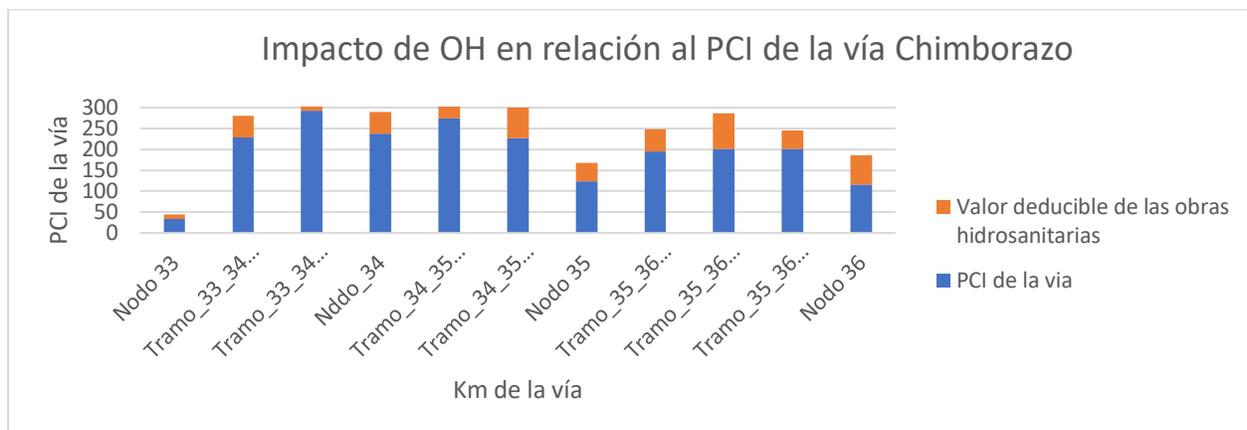


Figura 58

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Patria Libre.

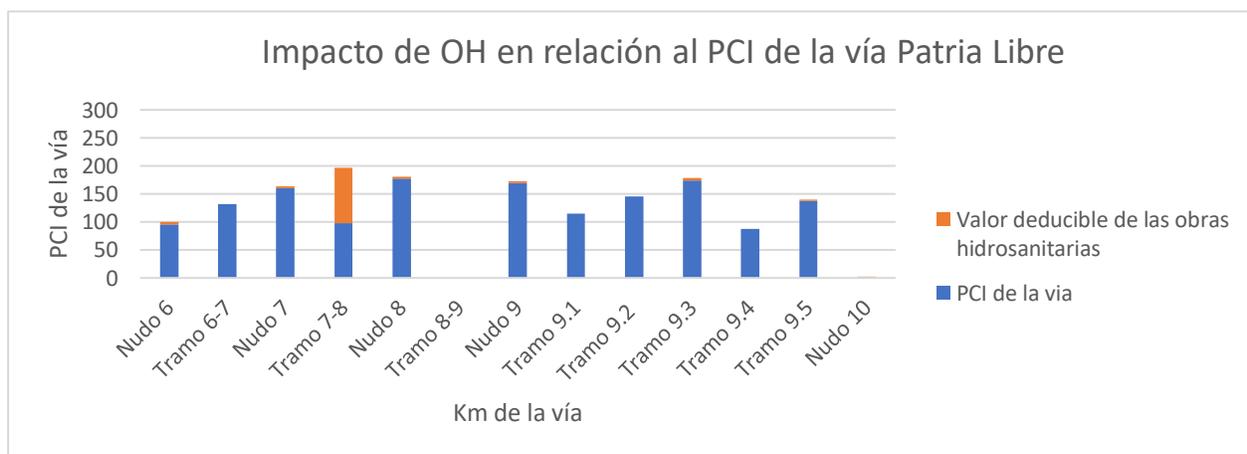


Figura 59

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Jaime Roldós Aguilera.

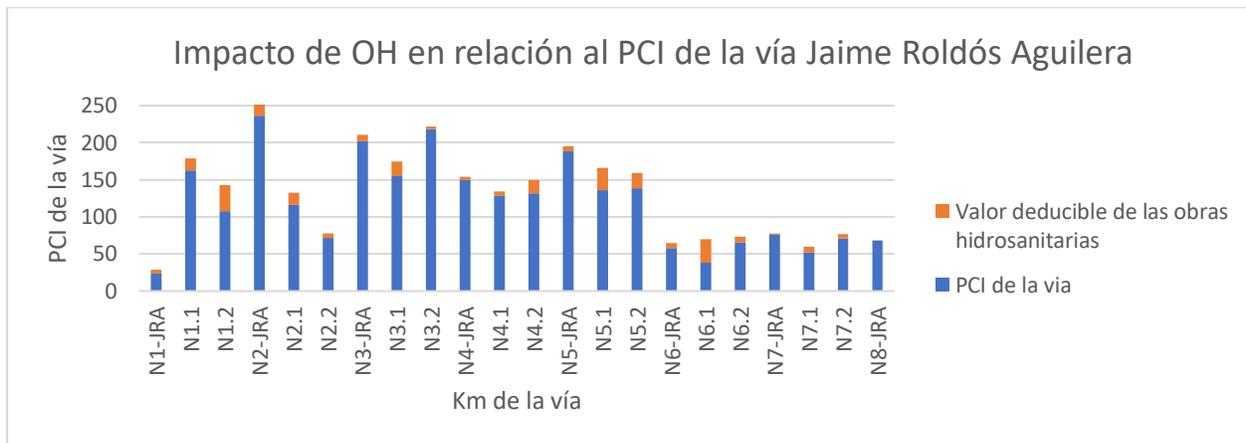


Figura 60

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Guano.

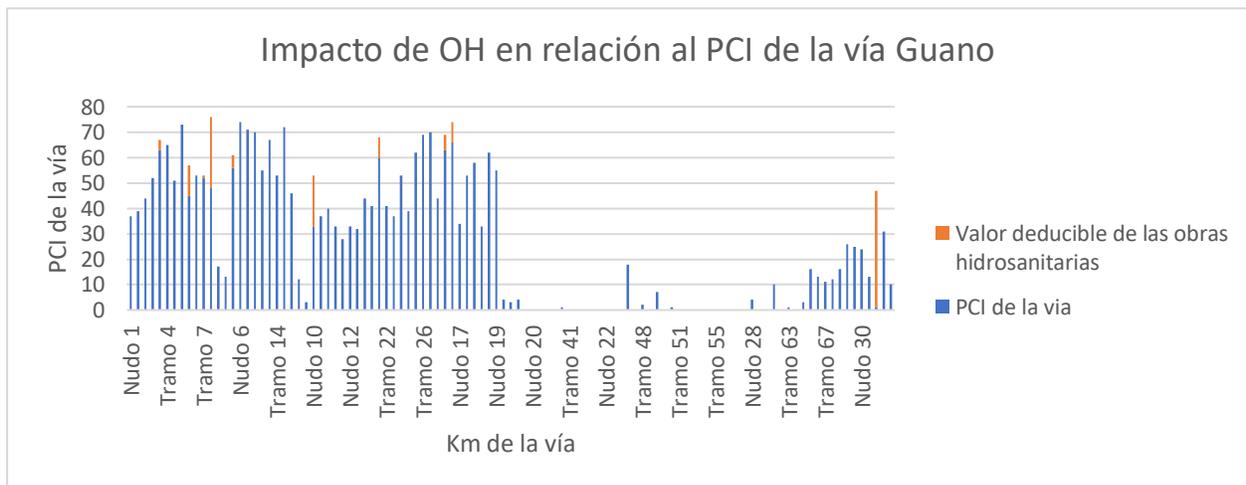


Figura 61

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas I.

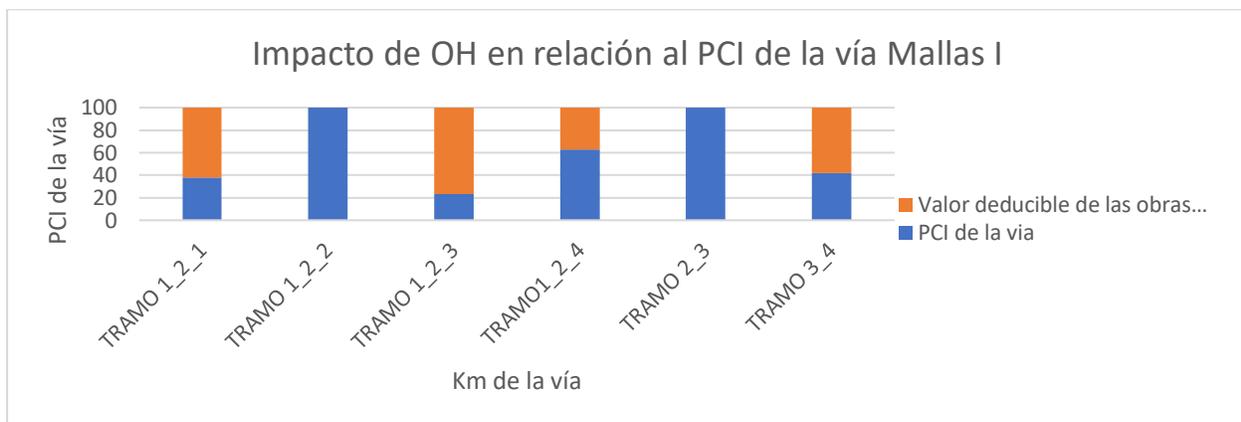


Figura 62

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas II.

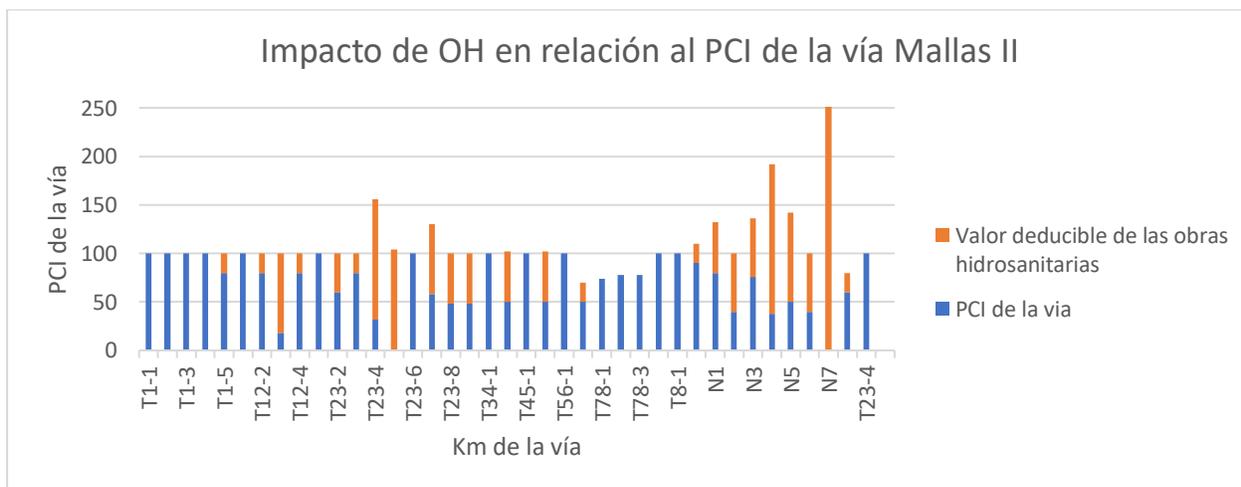


Figura 63

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas III.

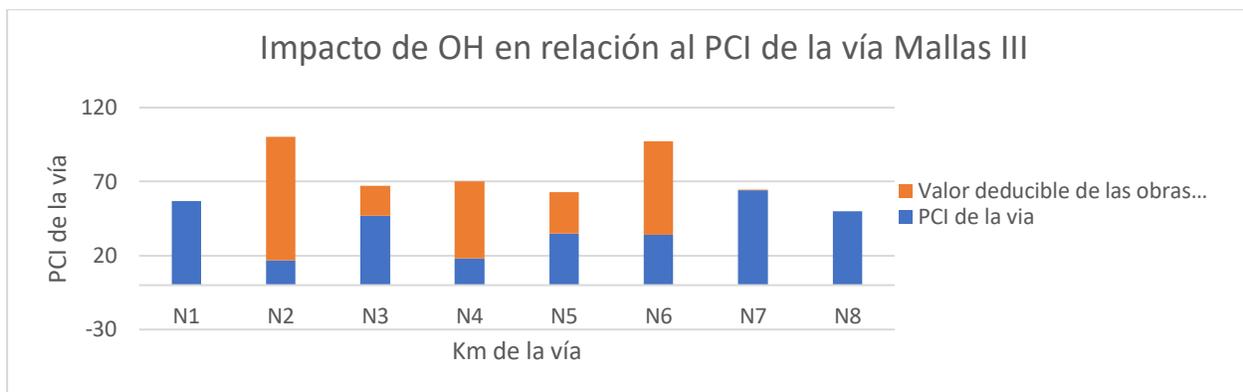


Figura 64

Impacto de OH en relación al PCI de la vía Argentinos.

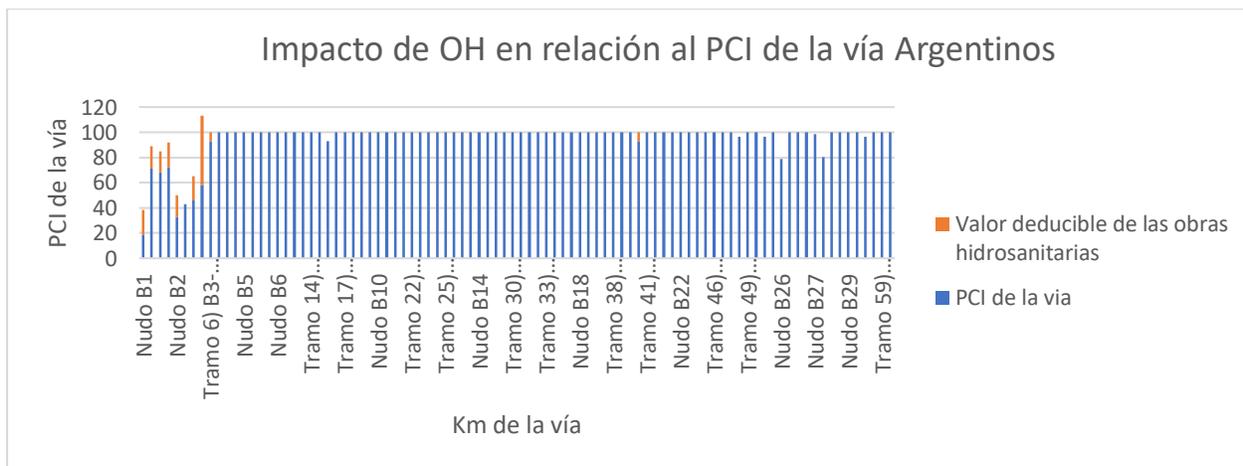


Figura 65

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Chiriboga.

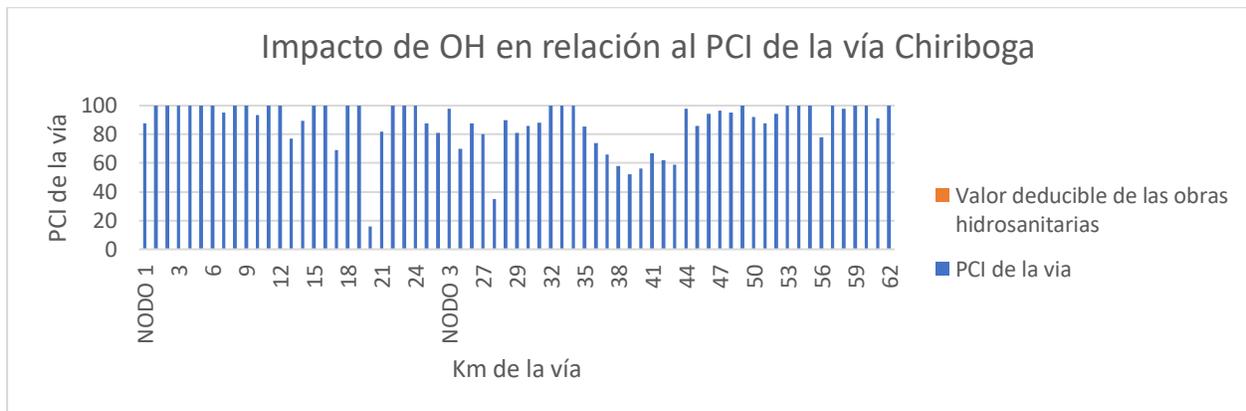


Figura 66

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Venezuela.

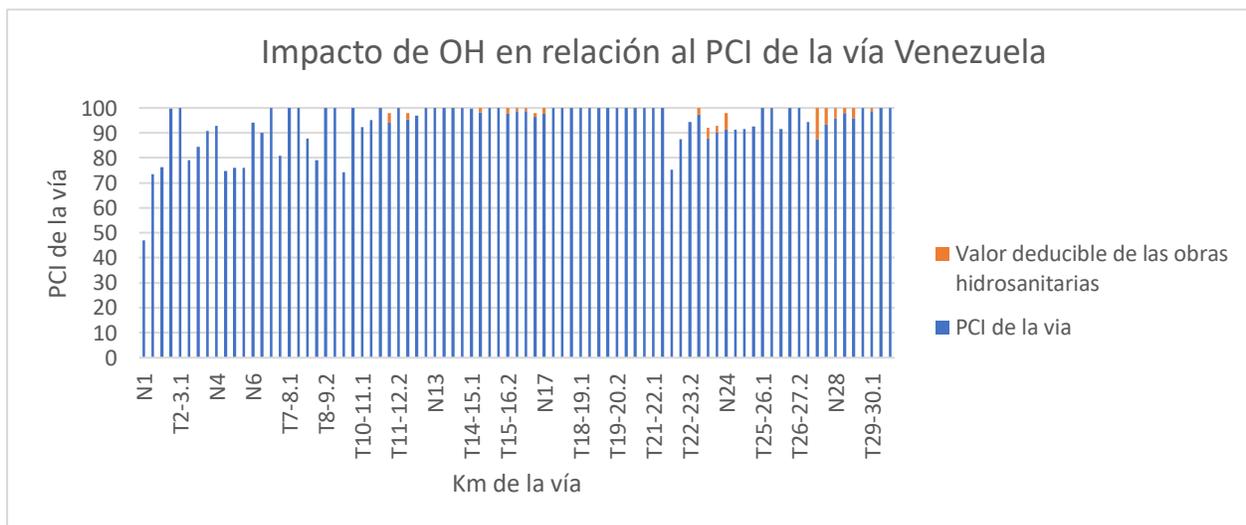


Figura 67

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Ayacucho.

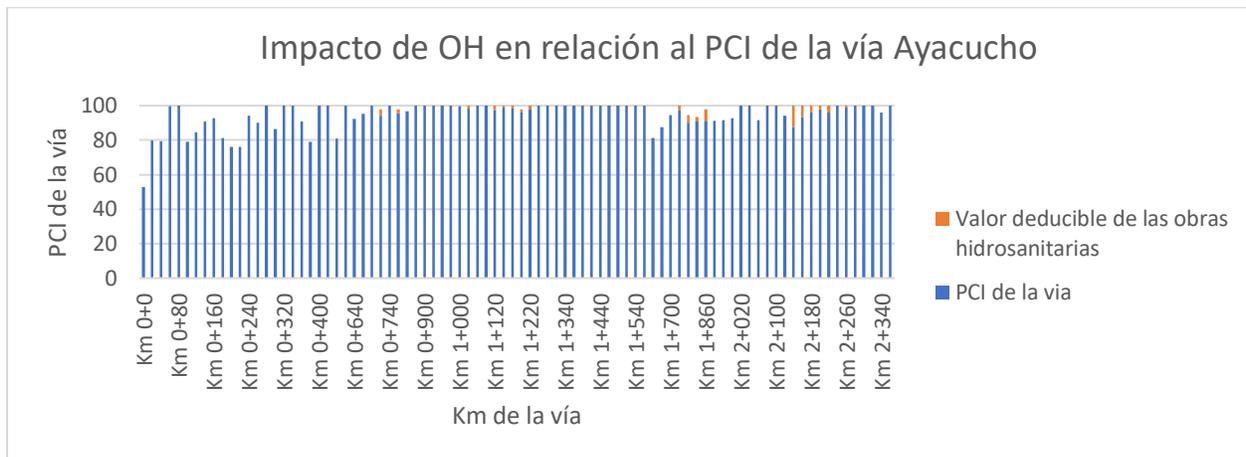


Figura 68

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Mallas I.

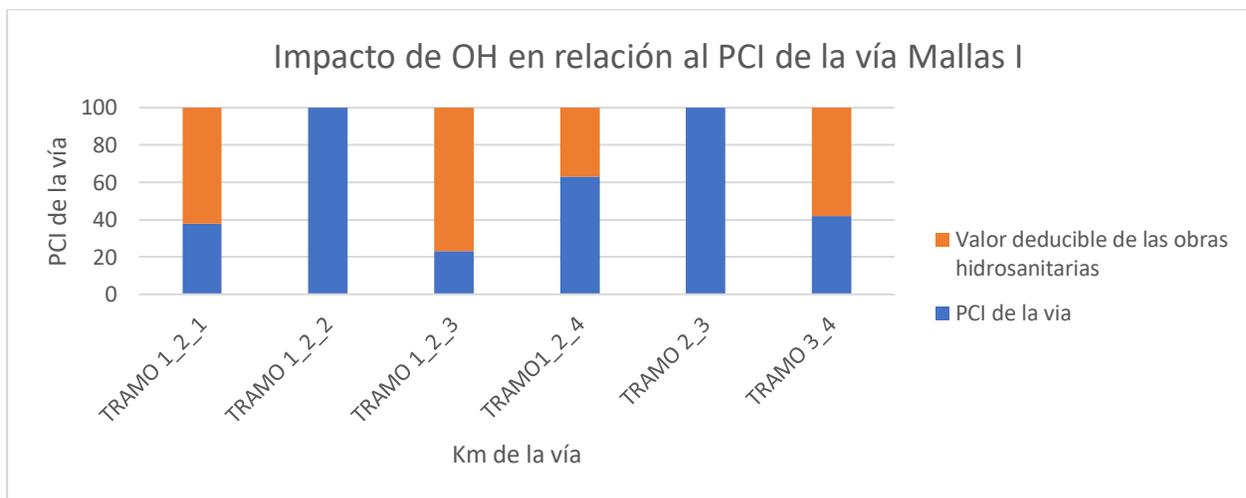


Figura 69

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Junín II.

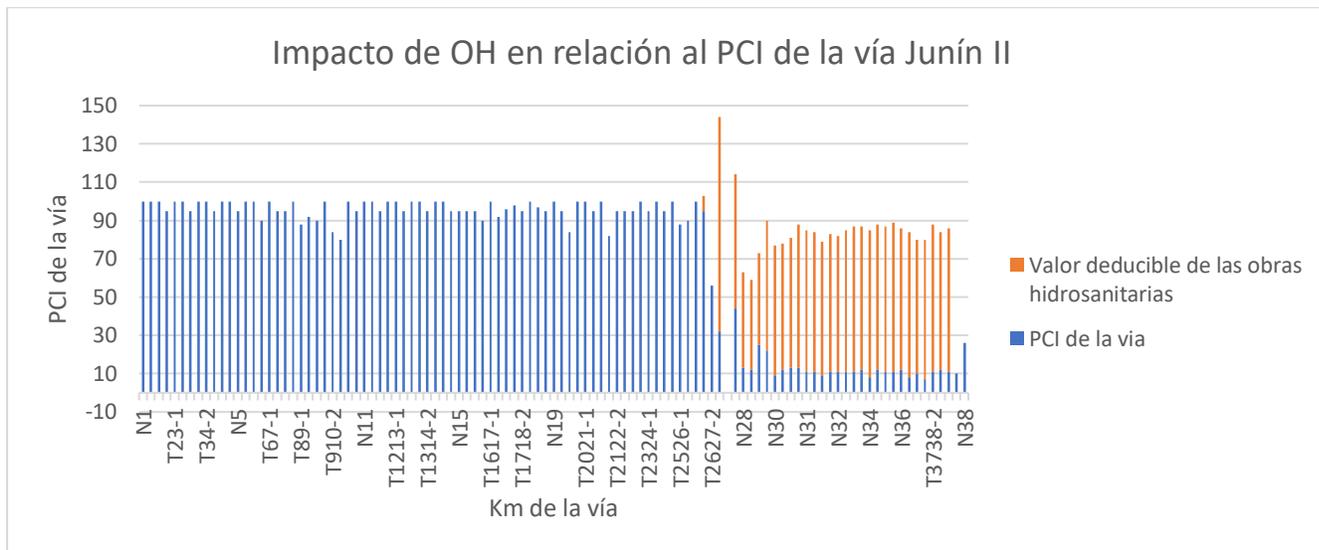


Figura 70

Impacto de OH con relación al PCI de la vía México.

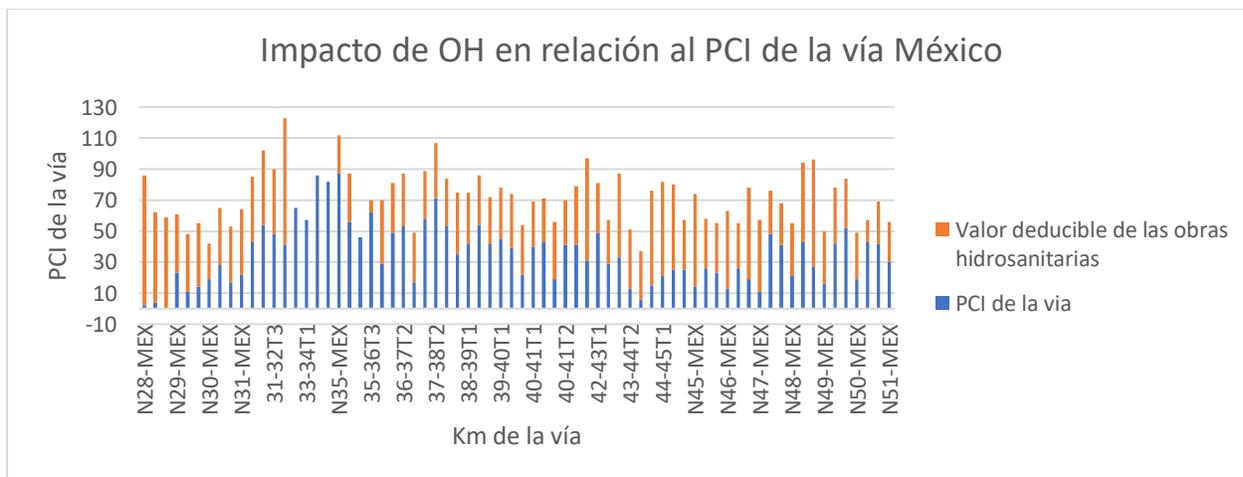


Figura 71

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Luis Cordovez.

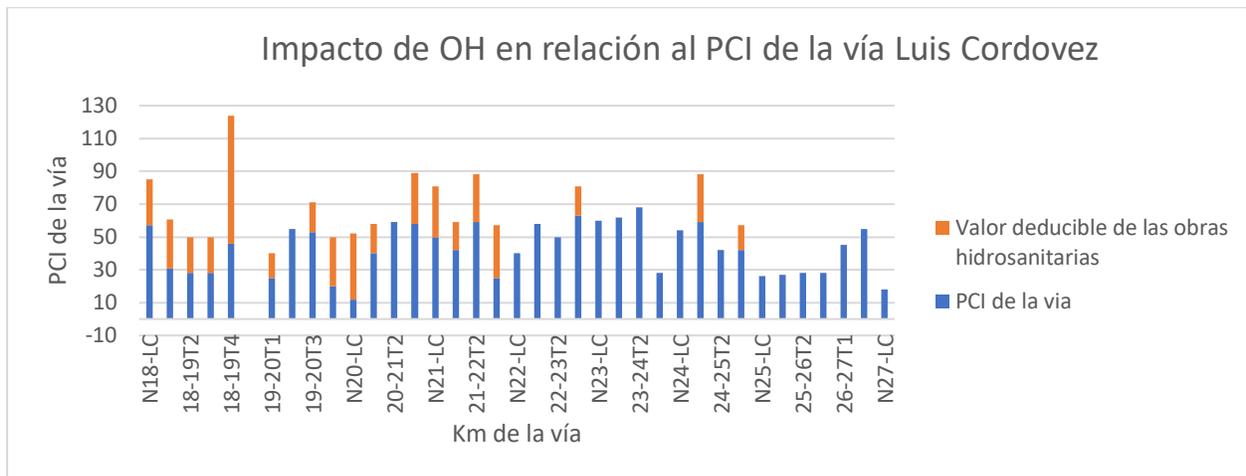


Figura 72

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Febres Cordero.

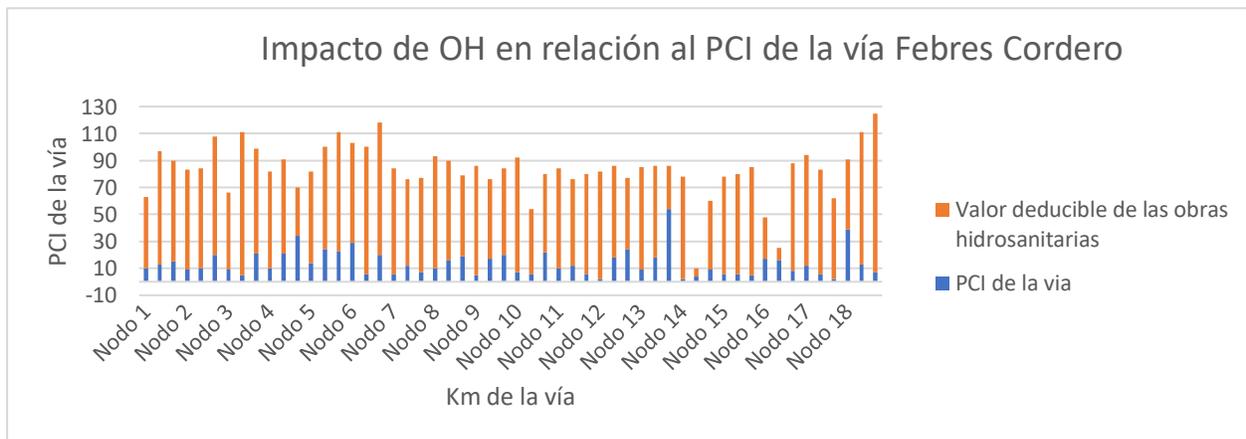


Figura 73

Impacto de OH con relación al PCI de la vía New York.

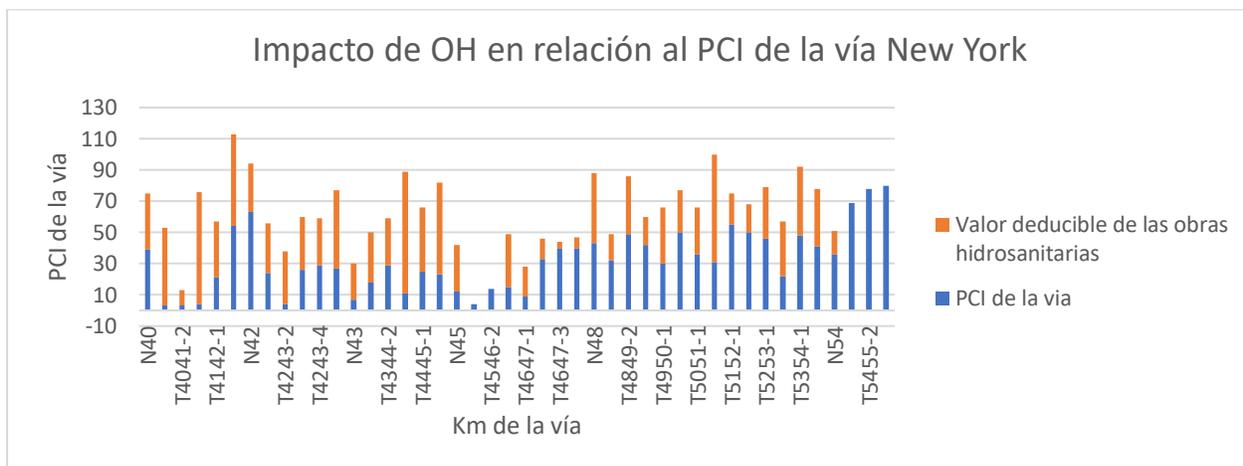


Figura 74

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Buenos Aires.

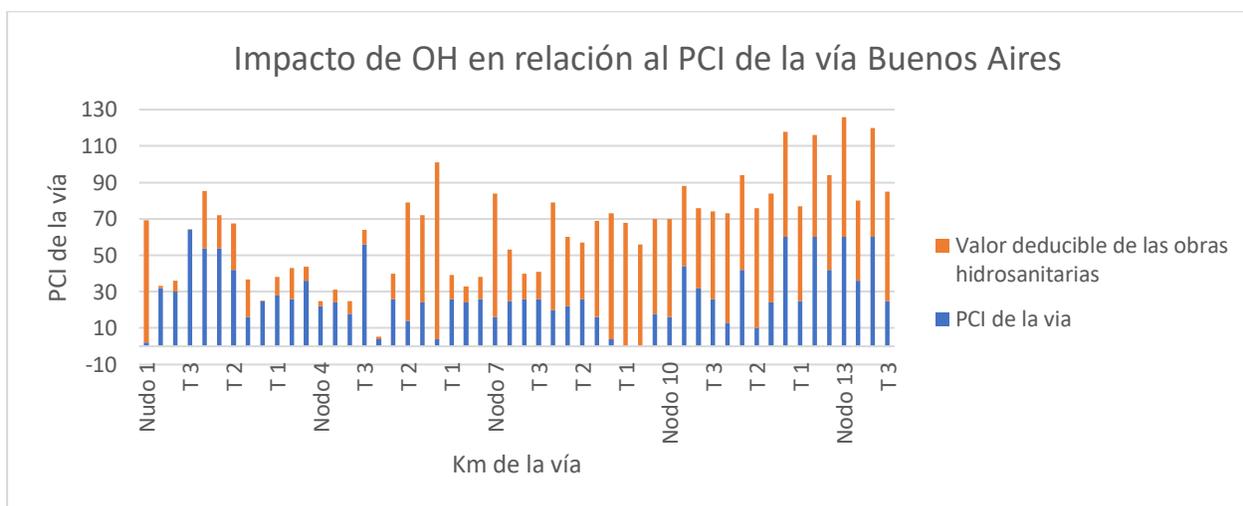


Figura 75

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Febres Cordero II.

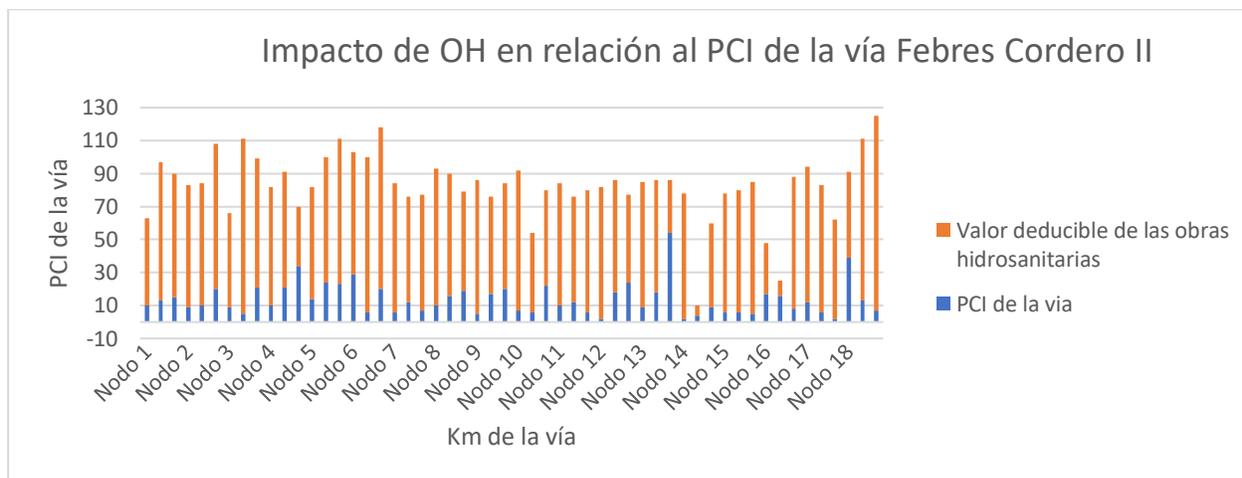


Figura 76

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Luz Elisa Borja II.

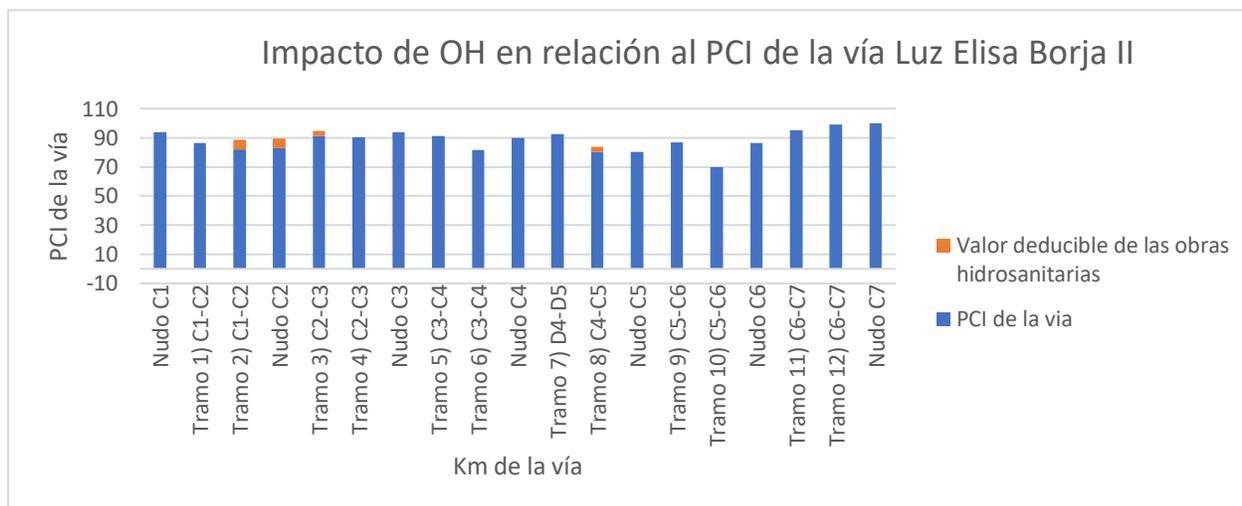


Figura 77

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Prolongación Vicente Ramón Roca.

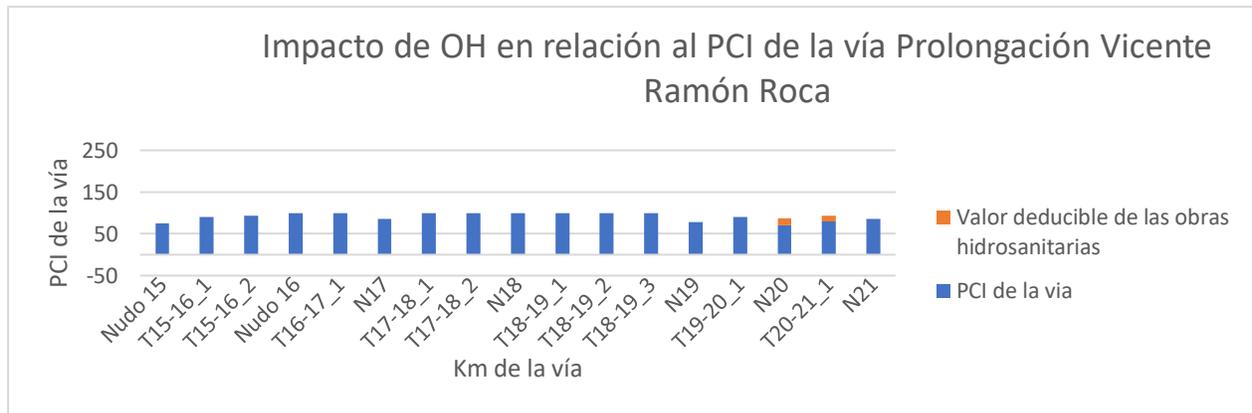


Figura 78

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Araujo Chiriboga.

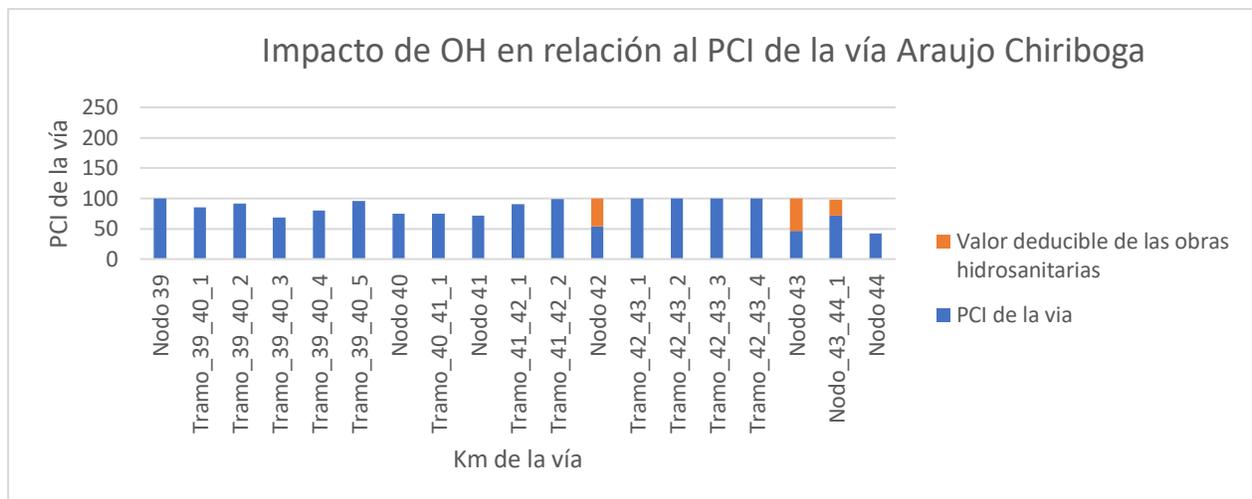


Figura 79

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes ida carril derecho.

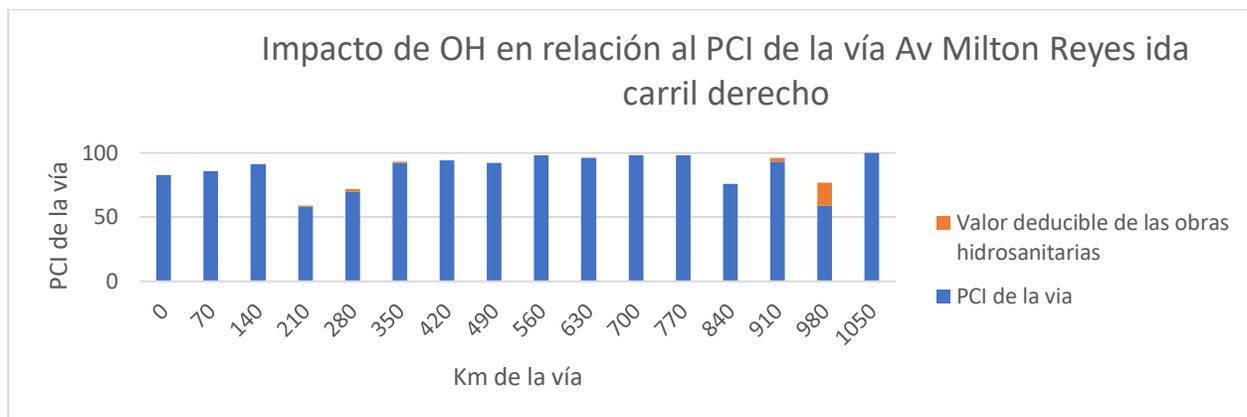


Figura 80

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes ida carril izquierdo.

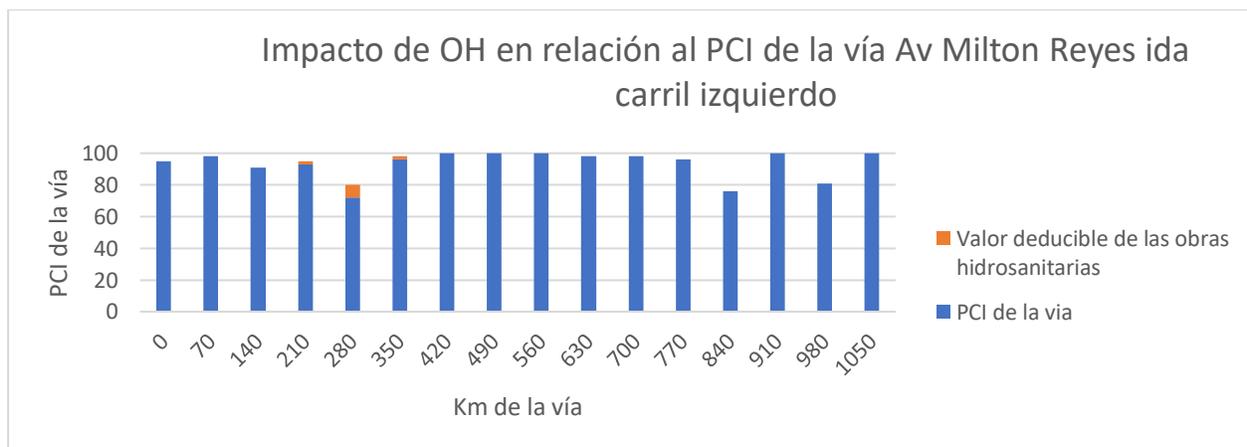


Figura 81

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes vuelta carril derecho.

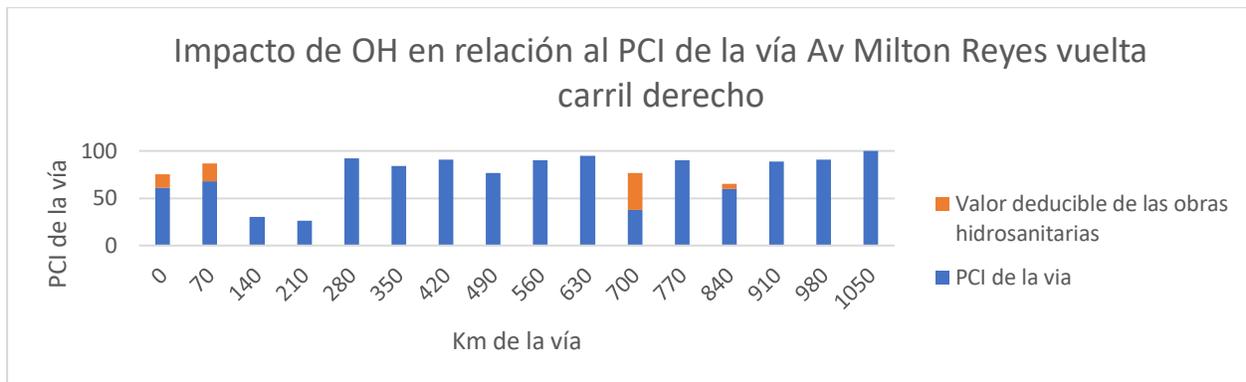


Figura 82

Impacto de OH con relación al PCI de la vía Av. Milton Reyes vuelta carril izquierdo.

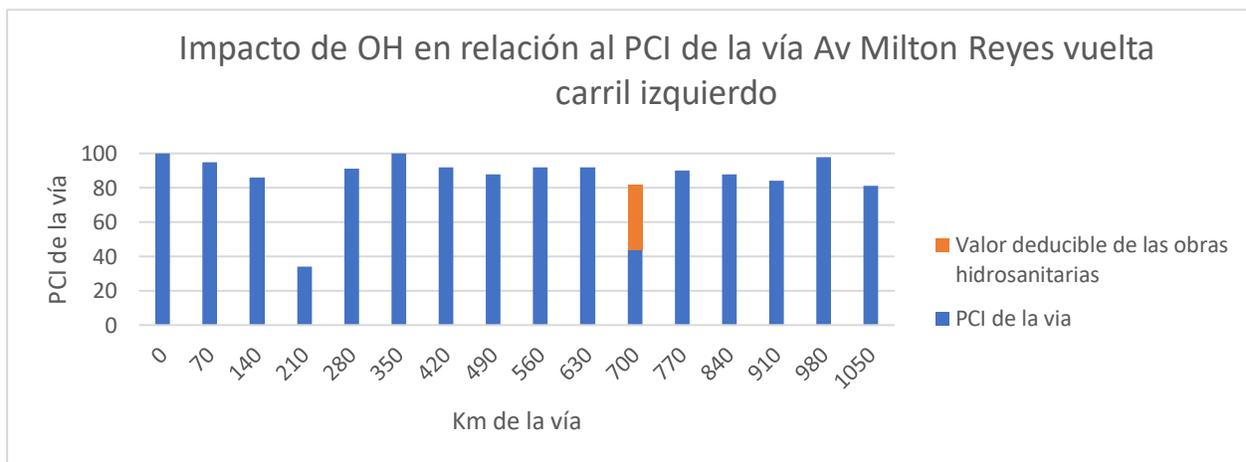


Figura 83

Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de ida).

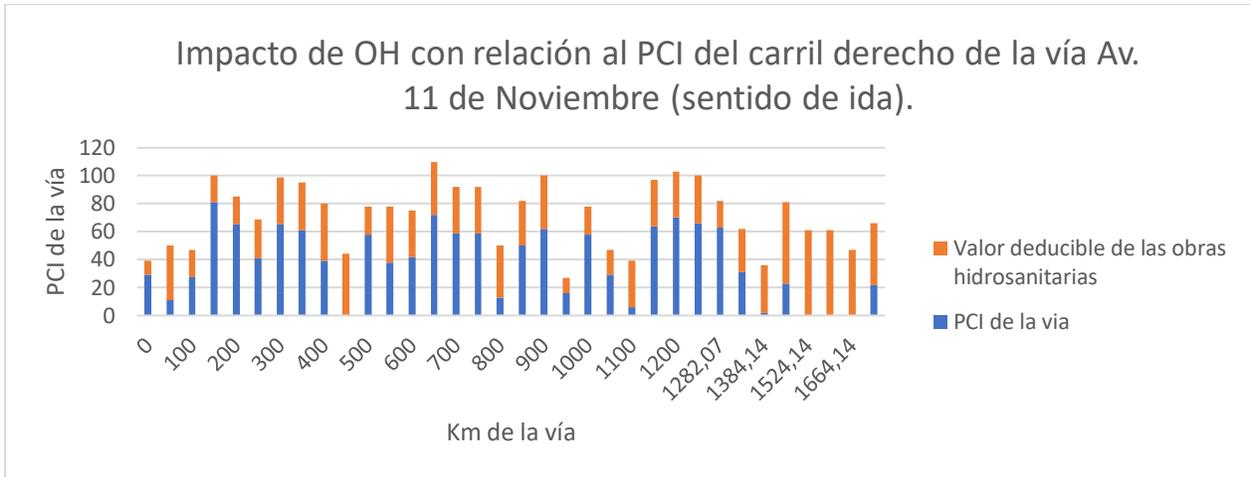


Figura 84

Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de ida).

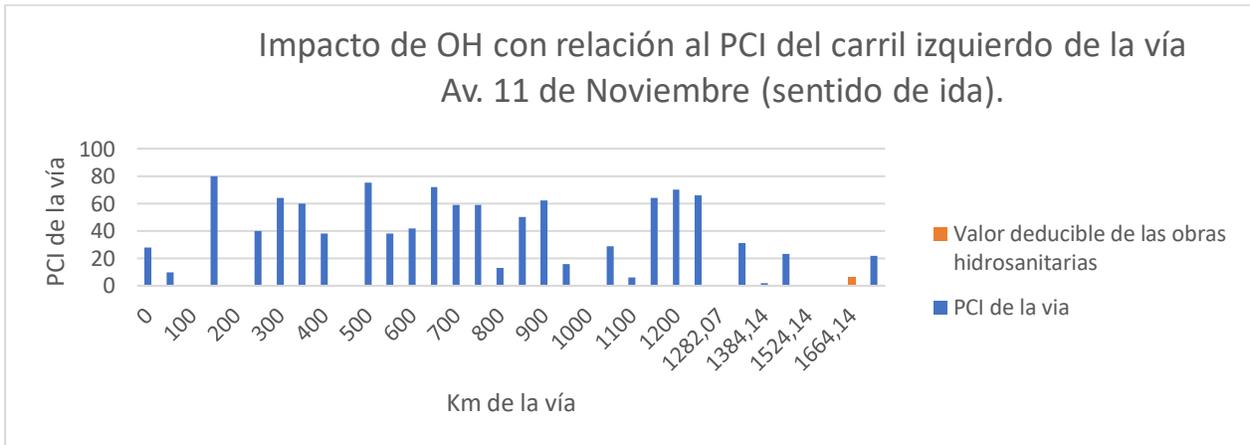


Figura 85

Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de vuelta).

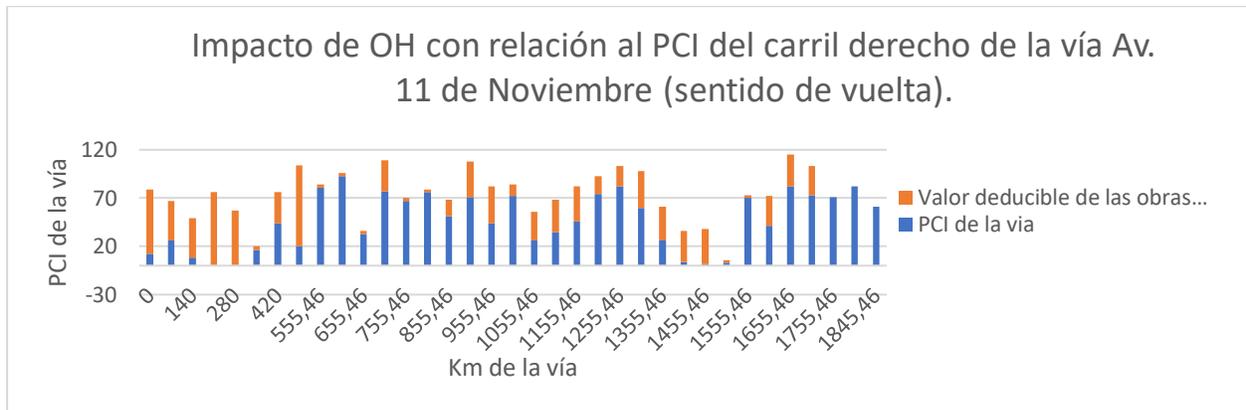


Figura 86

Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. 11 de Noviembre (sentido de vuelta).

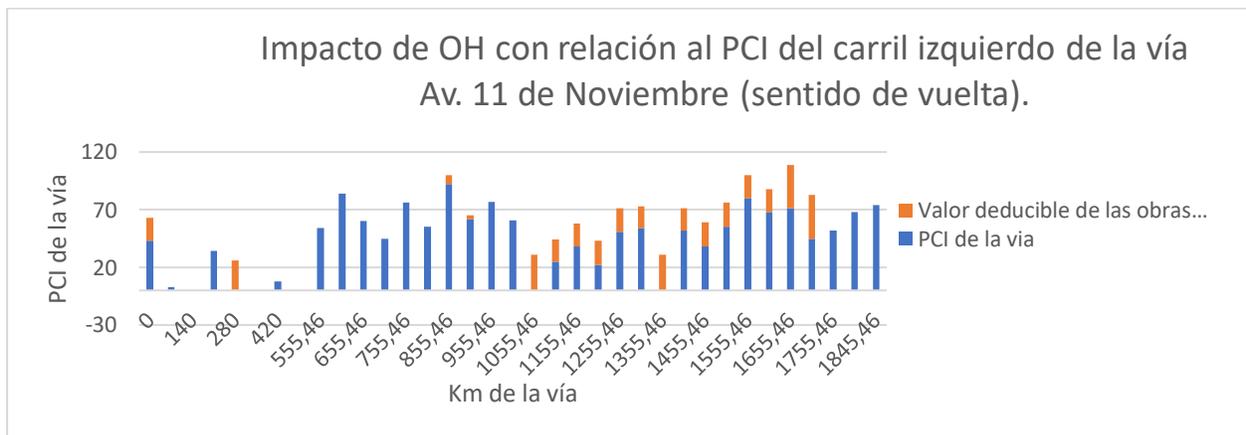


Figura 87

Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de ida).

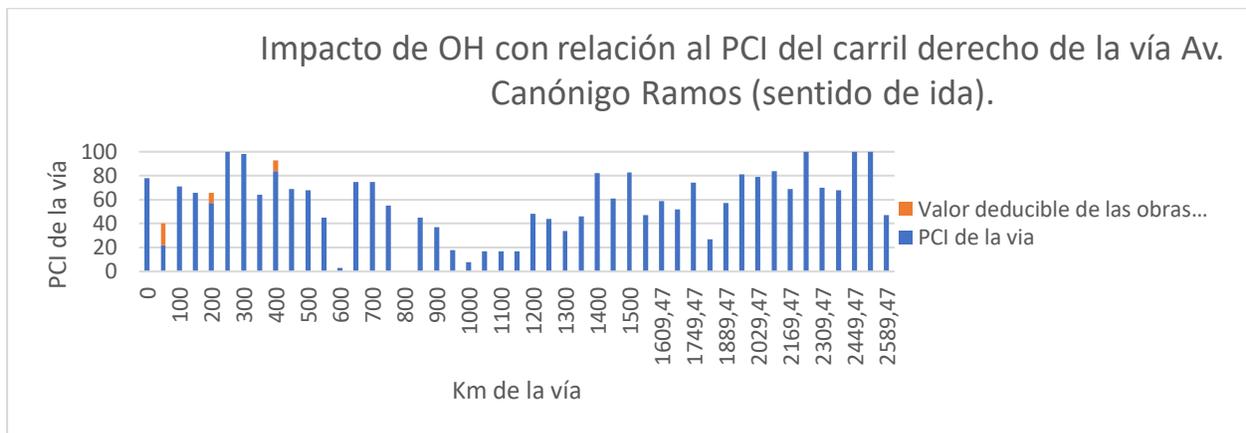


Figura 88

Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de ida).

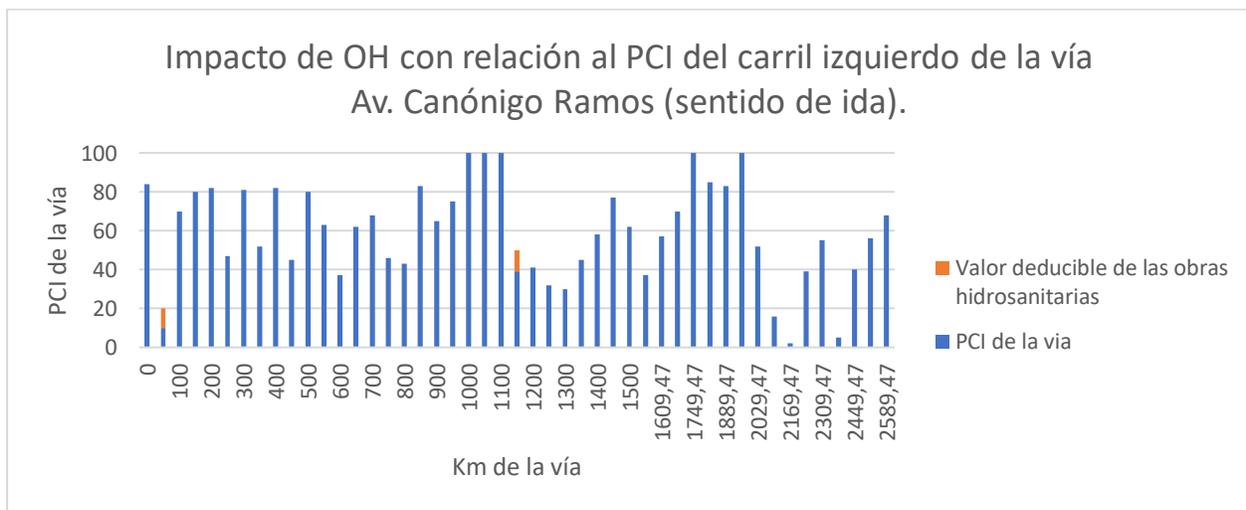


Figura 89

Impacto de OH con relación al PCI del carril derecho de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de vuelta).

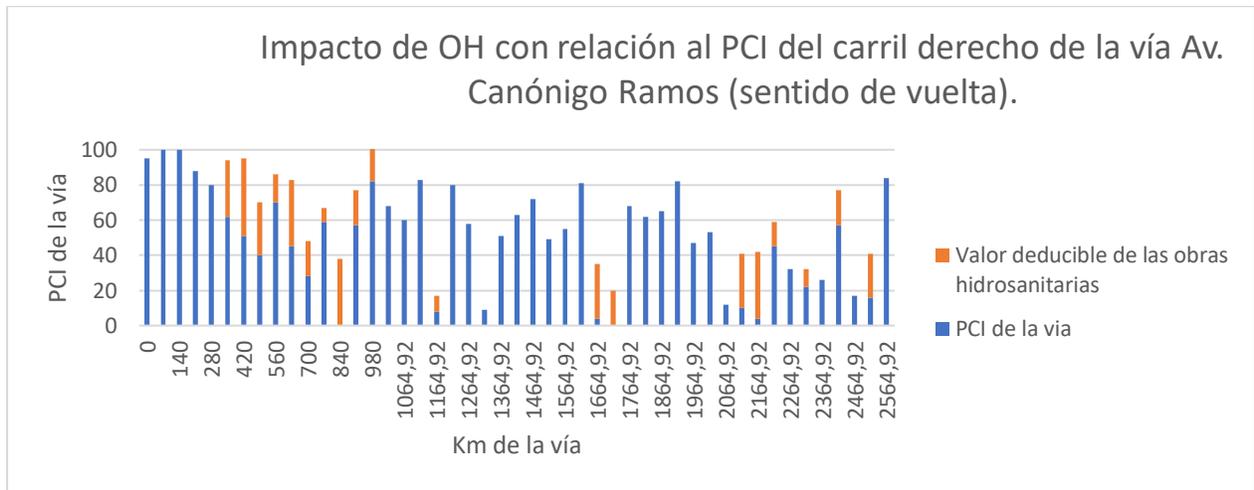


Figura 90

Impacto de OH con relación al PCI del carril izquierdo de la vía Av. Canónigo Ramos (sentido de vuelta).

