

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“Optimización del Mantenimiento de Caminos Vecinales No Pavimentados con SIG: Enfoque en terreno y clima”

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título
profesional de:**

Ingeniera Civil

Autor:

Milagros Carrillo Espinoza

Asesor:

Dr. Dante Salas Mercado

Código ORCID: 0000-0003-0656-1979

Lima - Perú

2024

Informe de Similitud

Rs

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	prodapp.seace.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi madre y hermano por su constante empeño y trabajo para brindarme la mejor educación, por sus consejos, valores, sacrificio y apoyo incondicional para ser un buen profesional y una mejor persona.

Agradecimiento

Expreso un sincero agradecimiento a todas las personas que tuvieron parte en esta investigación. A la Universidad, al Programa de Becas, a mis maestros y amigos que siguieron conmigo en el camino de mi vida escolar y universitaria.

Tabla de contenido

Índice de tablas.....	6
Índice de Figuras	9
RESUMEN EJECUTIVO	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	54
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS	121

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de calzada</i>	51
Tabla 2: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de bacheo</i>	53
Tabla 3: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de desquinche</i>	54
Tabla 4: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de remoción de derrumbes</i>	55
Tabla 5: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de cuneta</i>	56
Tabla 6: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de alcantarilla</i>	58
Tabla 7: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de badén</i>	59
Tabla 8: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de roce y limpieza</i>	61
Tabla 9: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de conservación de señales</i>	62
Tabla 10: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de reforestación</i>	64
Tabla 11: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de vigilancia y control</i>	65
Tabla 12: <i>Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de reparación de muros secos</i>	67

Tabla 13: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de calzada</i>	68
Tabla 14: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de bacheo</i>	70
Tabla 15: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de desquinche</i>	71
Tabla 16: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de remoción de derrumbes</i>	72
Tabla 17: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de cuneta</i>	73
Tabla 18: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de alcantarilla</i>	74
Tabla 19: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de badén</i>	76
Tabla 20: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de roce y limpieza</i>	77
Tabla 21: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de conservación de señales</i>	78
Tabla 22: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de reforestación</i>	79
Tabla 23: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de vigilancia y control</i>	81
Tabla 24: <i>Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de reparación de muros secos</i>	82
Tabla 25: <i>Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de calzada</i>	83
Tabla 26: <i>Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de bacheo</i>	85
Tabla 27: <i>Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de remoción de derrumbes</i>	86
Tabla 28: <i>Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de cuneta</i>	88
Tabla 29: <i>Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de reparación de muros secos</i>	90
Tabla 30: <i>Costo directo del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG</i>	92
Tabla 31: <i>Costo Indirecto del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG</i>	93

<i>Tabla 32: Costo Indirecto del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario con SIG.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 33: Utilidades del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 34: Presupuesto General para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 35: Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.....</i>	<i>99</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 01.</i> Organigrama de la Empresa.....	15
<i>Figura 02.</i> Ficha RUC de la empresa Vias de la Esperanza Empresa Individual de Responsabilidad Limitada.....	16
<i>Figura 03.</i> Vigencia de Poder.....	17
<i>Figura 04:</i> Ficha de check y revisión de contenidos del inventario de condición vial.....	41
<i>Figura 05:</i> Ficha del itinerario del camino vecinal.....	41
<i>Figura 06:</i> Ficha técnica de puentes.....	42
<i>Figura 07:</i> Ficha técnica de daños en camino vecinal.....	42
<i>Figura 08:</i> Ficha técnica de calificación para cada tipo de deterioro (afirmado).....	43
<i>Figura 09:</i> Ficha técnica de establecimiento de la condición vial y su nivel de intervención.....	43
<i>Figura 10:</i> Medición en campo.....	44
<i>Figura 11:</i> Presupuesto referencial del servicio.....	45
<i>Figura 12:</i> Formulario de inspección N°01 para puntos de control.....	48
<i>Figura 13:</i> Formulario de inspección N°02 para daños.....	48
<i>Figura 14:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de calzada.....	52
<i>Figura 15:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para bacheo.....	53
<i>Figura 16:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para desquinche.....	54
<i>Figura 17:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para remoción de derrumbes.....	56
<i>Figura 18:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de cuneta.....	57
<i>Figura 19:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de alcantarilla.....	58
<i>Figura 20:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de badén.....	60
<i>Figura 21:</i> Análisis de metrado en función del tiempo para roce y limpieza.....	61

<i>Figura 22: Análisis de metrado en función del tiempo para conservación de señales.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 23: Análisis de metrado en función del tiempo para reforestación.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 24: Análisis de metrado en función del tiempo para vigilancia y control.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 25: Análisis de metrado en función del tiempo para reparación de muros secos.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 26: Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de calzada.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 27: Análisis de costo parcial en función del tiempo para bacheo.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 28: Análisis de costo parcial en función del tiempo para desquinche.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 29: Análisis de costo parcial en función del tiempo para remoción de derrumbes.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 30: Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de cuneta.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 31: Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de alcantarilla.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 32: Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de badén.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 33: Análisis de costo parcial en función del tiempo para roce y limpieza.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 34: Análisis de costo parcial en función del tiempo para conservación de señales... </i>	<i>79</i>
<i>Figura 35: Análisis de costo parcial en función del tiempo para reforestación.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 36: Análisis de costo parcial en función del tiempo para vigilancia y control.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 37: Análisis de costo parcial en función del tiempo para reparación de muros secos.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 38: Análisis comparativo del metrado programado para limpieza de calzada sin SIG y metrado ejecutado con SIG.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 39: Análisis comparativo del metrado programado para bacheo sin SIG y metrado ejecutado con SIG.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 40: Análisis comparativo del metrado programado para remoción de derrumbes sin SIG y metrado ejecutado con SIG.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 41: Análisis comparativo del metrado programado para limpieza de cuneta sin SIG y metrado ejecutado con SIG.....</i>	<i>89</i>

<i>Figura 42: Análisis comparativo del metrado programado para reparación de muros secos sin SIG y metrado ejecutado con SIG.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 43: Análisis del costo directo sin SIG y con SIG.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 44: Análisis del costo indirecto sin SIG y con SIG.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 45: Análisis de la utilidad del presupuesto sin SIG y con SIG.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 46: Análisis del presupuesto sin SIG y con SIG.....</i>	<i>99</i>

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo de suficiencia profesional con el tema optimación del mantenimiento de caminos vecinales no pavimentados con SIG: Enfoque en terreno y clima, tiene como objetivo principal reducir el tiempo y los recursos para la ejecución del servicio.

La empresa Vías de la Esperanza EIRL ha ejecutado el servicio de mantenimiento vial rutinario en el Tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km ubicado en el distrito de Yacus, provincia y departamento de Huánuco.

En este trabajo de investigación se quiere demostrar la importancia de una programación enfocada en el terreno y clima del tramo a intervenir, la influencia que tiene la aplicación de softwares SIG como QGIS para optimizar el mantenimiento de caminos vecinales no pavimentados en las zonas rurales.

Dentro de mi experiencia profesional y en la elaboración de este proyecto, aprendí en cuanto a la implementación de información geográfica en la programación de actividades y gestión de recursos y la puesta en práctica en la ejecución en campo para un servicio eficiente.

De tal manera se analizaron las variables como el tiempo, costo de servicio, calidad y presupuesto de la misma, el cual conlleva a la ejecución del servicio que beneficie a la empresa reduciendo el tiempo y los costos de ejecución.

Palabras clave: mantenimiento, SIG, tiempo, calidad, costo, presupuesto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de caminos vecinales no pavimentados enfrenta serios problemas hoy en día, especialmente en áreas rurales. Estos caminos se deterioran rápidamente debido a factores climáticos y el tránsito frecuente de vehículos pesados (González, Sánchez, & López, 2020). La falta de recursos financieros limita la capacidad de las autoridades locales para realizar reparaciones adecuadas y sostenibles (Ramírez & Salinas, 2019). Además, las reparaciones insuficientes y de baja calidad aceleran el deterioro, lo que empeora las condiciones de los caminos con el tiempo (Hernández, 2021).

El mantenimiento adecuado de los caminos es fundamental para el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales. Una infraestructura vial bien mantenida promueve el acceso a servicios esenciales, como salud y educación, y facilita la movilidad de productos y recursos, lo que a su vez impulsa la economía local (Martínez, 2021). Asimismo, contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la erosión y proteger los ecosistemas adyacentes (González, 2019). Por lo tanto, optimizar el mantenimiento de caminos vecinales no pavimentados es crucial para garantizar un desarrollo equitativo y sostenible en estas áreas (Pérez & Ramírez, 2020).

La empresa Vías de la Esperanza EIRL cuenta con diversos proyectos en mantenimiento rutinario y periódico. La empresa viene ejecutando servicios de mantenimiento vial en el departamento de Huánuco, por lo cual, para fines de utilización de información para la tesis de suficiencia profesional, se consideró los tramos en donde se implementó la optimización con SIG, considerando factores climáticos y de terreno, que busca mejorar la transitabilidad y garantizar que los proyectos se ejecuten con el uso

eficiente de los recursos disponibles.

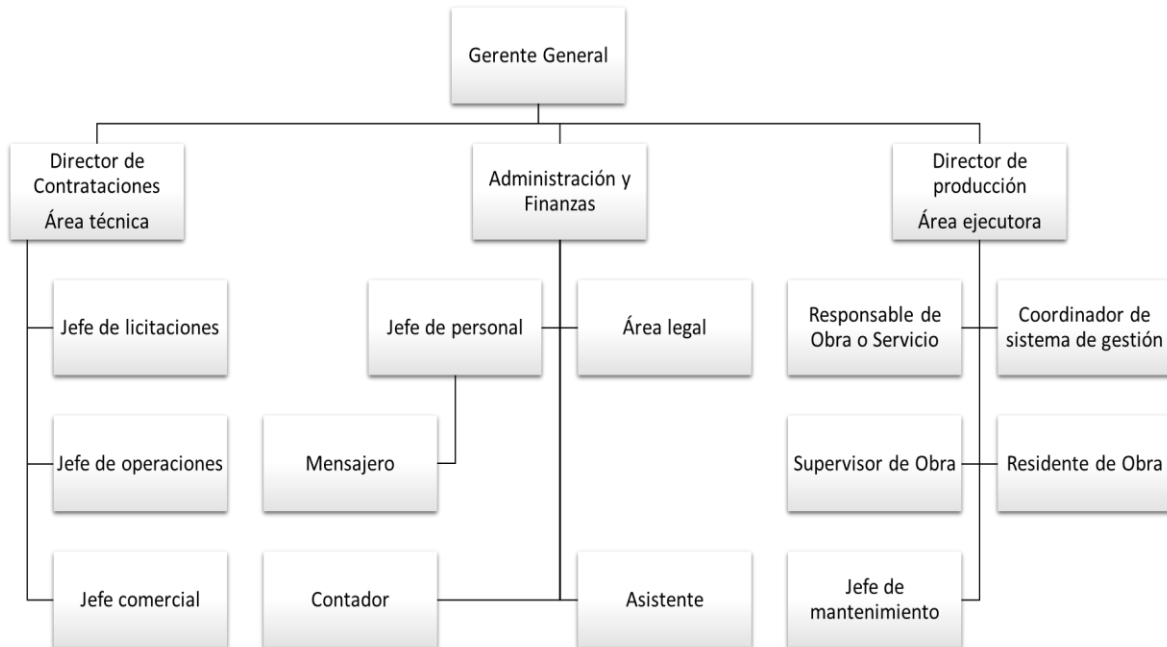
La Empresa Vias de la Esperanza Empresa Individual de Responsabilidad Limitada con RUC: 20601647690, la cual se fundó en el año 2016 en Perú y se especializa en la construcción de carreteras y vías de ferrocarril, siendo esta su actividad económica principal. Se enfoca en servicios de mantenimiento rutinario y periódico de caminos vecinales y vías departamentales. La empresa está ubicada en A.H. Cerro Jactay, Bq Cerro Jactay, distrito, provincia y departamento de Huánuco.

La empresa Vias de la Esperanza EIRL es distinguida por el cuidado del medio ambiente y la orientación constante por la seguridad y salud de sus colaboradores. Con una capacidad de contrataciones de hasta 5,499,369.72 millones de soles y una trayectoria en asenso cumpliendo con todos sus proyectos en su totalidad brindando servicios de calidad para las comunidades beneficiarias. Gran parte de sus servicios se pueden encontrar en la página de licitaciones públicas del Perú, que refleja su impecable trayectoria.

Actualmente la empresa Vias de la Esperanza EIRL cuenta con áreas establecidas y profesionales con experiencia en el rubro de caminos siendo de relevancia para el presente trabajo de suficiencia profesional. Debido a que la empresa brinda otros servicios además del mantenimiento vial en caminos vecinales, esta área comprende un conjunto de personales con la finalidad de optimizar las actividades en campo y gabinete. A continuación, se detalla el organigrama central de la Empresa

Figura 01

Organigrama de la Empresa



Fuente: Elaboración propia

La actividad principal de la empresa es la construcción de carreteras y vías de ferrocarril y servicios secundarios que incluyen el aserrado y cepillado de madera, así como la venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de ferretería, y equipos y materiales de fontanería y calefacción, tal como se observa en la ficha RUC a continuación.

Figura 02

Ficha RUC de la empresa Vias de la Esperanza Empresa Individual de Responsabilidad Limitada

27/4/23, 23:49

Datos de Ficha RUC- CIR(Constancia de Información Registrada)



FICHA RUC : 20601647690	
EMPRESA VIAS DE LA ESPERANZA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Número de Transacción : 50986414	
CIR - Constancia de Información Registrada	
Información General del Contribuyente	
Apellidos y Nombres ó Razón Social	EMPRESA VIAS DE LA ESPERANZA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Tipo de Contribuyente	: 07-EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA
Fecha de Inscripción	: 11/11/2016
Fecha de Inicio de Actividades	: 11/11/2016
Estado del Contribuyente	: ACTIVO
Dependencia SUNAT	: 0193 - O.Z.HUANUCO-MEPECO
Condición del Domicilio Fiscal	: HABIDO
Emisor electrónico desde	: 09/11/2021
Comprobantes electrónicos	: FACTURA (desde 09/11/2021)
Datos del Contribuyente	
Nombre Comercial	: -
Tipo de Representación	: -
Actividad Económica Principal	: 4210 - CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y VÍAS DE FERROCARRIL
Actividad Económica Secundaria 1	: 1610 - ASERRADO Y ACEPILLADURA DE MADERA
Actividad Económica Secundaria 2	: 4663 - VENTA AL POR MAYOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, ARTICULOS DE FERRETERIA Y EQUIPO Y MATERIALES DE FONTANERIA Y CALEFACCION
Sistema Emisión Comprobantes de Pago	: MANUAL
Sistema de Contabilidad	: COMPUTARIZADO
Código de Profesión / Oficio	: -
Actividad de Comercio Exterior	: SIN ACTIVIDAD
Número Fax	: -
Teléfono Fijo 1	: -
Teléfono Fijo 2	: -
Teléfono Móvil 1	: 62 - 962696739
Teléfono Móvil 2	: -
Correo Electrónico 1	: guillermo_2154@hotmail.com
Correo Electrónico 2	: -
Domicilio Fiscal	
Actividad Economica	: 4210 - CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y VÍAS DE FERROCARRIL
Departamento	: HUANUCO
Provincia	: HUANUCO
Distrito	: HUANUCO
Tipo y Nombre Zona	: A.H. CERRO JACTAY
Tipo y Nombre Vía	: ---- BQ CERRO JACTAY
Nro	: 8
Km	: -
Mz	: -
Lote	: -
Dpto	: -
Interior	: -
Otras Referencias	: A 3CDRAS DE IE ALEJANDRO SANCHEZ ARTEAGA
Condición del inmueble declarado como Domicilio Fiscal	: OTROS.
Datos de la Empresa	
Fecha Inscripción RR.PP	: 21/10/2016
Número de Partida Registral	: 11142596
Tomó/Ficha	: -
Folio	: -
Asiento	: -
Origen del Capital	: NACIONAL
País de Origen del Capital	: -
Registro de Tributos Afectos	

<https://e-menu.sunat.gob.pe/ci-b/menu/MenuInternet.htm?pestanas=&agrupacion=>


1/2

Fuente: Sunat 2023

Su actual gerente general es la Ing. Úrsula Medalith Ramos Pablo con número de DNI 47758034, tal cual se muestra líneas abajo.


Figura 03

Vigencia de Poder



sunarp
Superintendencia Nacional
de los Registros Públicos

ZONA REGISTRAL N° VIII - SEDE HUANCAYO
Oficina Registral de HUANUCO



Código de Verificación:
41390503
Solicitud N° 2024 - 2455517
16/04/2024 17:04:53

REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS LIBRO DE EMPRESAS INDIVIDUALES DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

CERTIFICADO DE VIGENCIA

El servidor que suscribe, **CERTIFICA:**

Que, en la partida electrónica N° 11142596 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de HUANUCO, consta registrado y vigente el **nombramiento** a favor de RAMOS PABLO, URSULA MEDALITH, identificado con DNI. N° 47758034 , cuyos datos se precisan a continuación:

DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL: EMPRESA VIAS DE LA ESPERANZA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
LIBRO: EMPRESAS INDIVIDUALES DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
ASIENTO: D00001
CARGO: TITULAR - GERENTE

Fuente: Sunarp 2024

Misión

Proveer soluciones de construcción y mantenimiento vial de alta calidad, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de las comunidades a través de nuestros servicios y productos.

Visión

Ser la empresa líder en construcción y mantenimiento de infraestructuras viales en Perú, destacando por nuestra excelencia, innovación y compromiso con la satisfacción del cliente.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de caminos vecinales no pavimentados

2.1.1. Infraestructura Vial

La infraestructura vial es esencial para el desarrollo económico y social de un país, ya que facilita el transporte de bienes y personas. La calidad y el mantenimiento adecuado de las carreteras influyen en la productividad y eficiencia del transporte, lo que a su vez afecta el crecimiento económico regional (González et al., 2020). La inversión en infraestructura vial se considera una estrategia clave para mejorar la competitividad de las economías locales (Martínez, 2019).

Además, la infraestructura vial enfrenta desafíos significativos, como el deterioro debido a la falta de mantenimiento y el aumento del tráfico vehicular. Un estudio realizado por López y Rivas (2021) destaca que el desgaste de las vías puede aumentar los costos de transporte y reducir la seguridad vial. Por lo tanto, se requiere un enfoque proactivo para la planificación y el mantenimiento de estas infraestructuras (Pérez, 2018).

El impacto de las condiciones climáticas también juega un papel crucial en la infraestructura vial. Fenómenos como inundaciones y deslizamientos pueden causar daños significativos a las carreteras, lo que afecta la movilidad y el acceso a servicios (Fernández, 2020). Así, es importante incorporar análisis climáticos en la planificación y gestión de la infraestructura vial para mitigar estos riesgos (Sánchez, 2019).

En conclusión, la implementación de tecnologías avanzadas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ha revolucionado la gestión de la infraestructura vial. Estas herramientas permiten la recopilación y análisis de datos geoespaciales, facilitando la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento y la planificación

de nuevas vías (Torres et al., 2021). Con el uso de estas tecnologías, se pueden optimizar recursos y mejorar la calidad de la infraestructura vial existente (Maldonado, 2020).

2.1.2. Camino Vecinal

Los caminos vecinales son infraestructuras cruciales para la conectividad rural, facilitando el acceso a servicios básicos, mercados y centros urbanos. Estos caminos, en su mayoría no pavimentados, desempeñan un rol fundamental en el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales, pero suelen ser vulnerables al deterioro por falta de mantenimiento adecuado (Gómez, 2020). Además, su mantenimiento regular es esencial para evitar su deterioro progresivo (Martínez, 2021).

El estado de los caminos vecinales está estrechamente vinculado a las condiciones climáticas y geográficas de cada región. En áreas con lluvias intensas o terrenos inestables, los caminos vecinales requieren intervenciones más frecuentes para prevenir problemas como la erosión del suelo y la formación de baches (López, 2019). Estas intervenciones no solo garantizan la durabilidad del camino, sino que también mejoran la seguridad de los usuarios (Pérez, 2020).

El papel de los caminos vecinales en la agricultura y comercio rural es significativo. Un camino en buen estado reduce los costos de transporte y facilita el acceso a mercados más grandes, lo que es esencial para el desarrollo económico de las comunidades rurales (Vargas, 2019). En este contexto, invertir en el mantenimiento de caminos vecinales se convierte en una prioridad para mejorar las condiciones de vida en estas áreas (Rodríguez, 2020).

A nivel técnico, los caminos vecinales suelen presentar desafíos de ingeniería debido a su baja capacidad estructural. Por ello, el uso de tecnologías adecuadas y materiales sostenibles puede prolongar la vida útil de estos caminos, asegurando una

mayor resistencia frente a factores como el clima y el tránsito vehicular (Gutiérrez, 2021). La implementación de estrategias de mantenimiento preventivo es clave para mantener su funcionalidad a largo plazo (Martínez, 2021).

El mantenimiento de caminos vecinales no solo requiere la intervención de autoridades locales, sino también la participación activa de las comunidades rurales. La gestión participativa del mantenimiento vial ha demostrado ser efectiva en la conservación de estos caminos, ya que permite a las comunidades involucrarse directamente en el diagnóstico y priorización de las intervenciones (Torres, 2020). Esta colaboración asegura que los recursos se utilicen de manera eficiente (López, 2019).

2.1.3. Reglamento de Contrataciones del estado

El Reglamento de Contrataciones del Estado en Perú es una norma fundamental que regula los procesos de adquisición de bienes, servicios y obras por parte de las entidades públicas. Su principal objetivo es garantizar la eficiencia, transparencia y equidad en el uso de los recursos públicos, promoviendo la competencia y la igualdad de oportunidades entre los postores (García et al., 2020). Este reglamento establece procedimientos específicos para la selección de contratistas, la ejecución de contratos y la fiscalización de los proyectos (Ramírez & Torres, 2019).

Además, el reglamento contempla mecanismos para la solución de controversias y sanciones en casos de incumplimiento. Estas disposiciones son clave para asegurar que las obras públicas, incluidas las de infraestructura vial, se ejecuten dentro de los plazos y presupuestos establecidos (Pérez et al., 2021). La correcta aplicación de este reglamento es esencial para fomentar la confianza en las instituciones y optimizar el uso de los fondos estatales (López & González, 2022).

2.1.4 Normativas sobre el Mantenimiento Vial

La regulación del mantenimiento vial en Perú está enmarcada en diversas normativas que buscan asegurar la calidad y seguridad de las carreteras. La Ley N° 27181, que se refiere a la Ley de Carreteras, establece principios fundamentales para la planificación, construcción y mantenimiento de las vías en el país (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 1999). Esta normativa es esencial para garantizar un enfoque sistemático en el cuidado de la infraestructura vial.

El Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado es otra pieza clave en la normativa de mantenimiento vial. Este reglamento establece los procedimientos y criterios que deben seguirse en la contratación de obras de mantenimiento (González et al., 2021). Asegura así que las empresas contratadas cumplan con estándares de calidad y que se utilicen adecuadamente los recursos públicos, promoviendo la transparencia en el proceso.

La normativa técnica del MTC también juega un papel crucial en el mantenimiento vial, estableciendo requisitos específicos para las obras. Según Martínez y Romero (2022), estas especificaciones detalladas son necesarias para asegurar que el mantenimiento de las vías se realice de manera adecuada, cumpliendo con los estándares técnicos exigidos. Esto no solo mejora la durabilidad de las infraestructuras, sino que también contribuye a la seguridad vial.

La Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, también es relevante en el contexto del mantenimiento vial. Esta ley exige que se realicen evaluaciones de impacto ambiental para cualquier actividad de mantenimiento que pueda afectar el entorno (Congreso de la República del Perú, 2005). Esto garantiza que las actividades de mantenimiento se realicen de manera sostenible, considerando la preservación del medio ambiente.

En cuanto a la seguridad laboral, la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en

el Trabajo, establece normas que deben cumplirse para proteger a los trabajadores durante las actividades de mantenimiento (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2011). Estas regulaciones son esenciales para minimizar los riesgos en el lugar de trabajo, asegurando un ambiente seguro para los operarios que realizan las labores de mantenimiento.

La estandarización de los métodos de evaluación de las condiciones de las vías es también un aspecto clave. Según Díaz et al. (2020), la normativa vigente promueve el uso de indicadores de rendimiento para evaluar el estado de las infraestructuras. Esto permite que las autoridades tomen decisiones basadas en datos, optimizando así la planificación del mantenimiento.

La actualización constante de las normativas es vital para adaptarse a los cambios en la tecnología y las mejores prácticas en ingeniería civil. Según Ramírez et al. (2022), la revisión periódica de estas normas es crucial para asegurar que se mantengan alineadas con los avances en la materia, garantizando la calidad del mantenimiento vial en Perú.

El marco normativo también incluye regulaciones sobre la participación de la comunidad en el mantenimiento de las vías. Según Pérez y López (2019), es importante fomentar la colaboración entre las autoridades y las comunidades locales, ya que esto puede mejorar la eficacia de las intervenciones y aumentar la aceptación de las obras.

La normatividad sobre el mantenimiento vial también considera el financiamiento y la asignación de recursos. De acuerdo con Fernández et al. (2023), es fundamental contar con un presupuesto adecuado que garantice la sostenibilidad de las obras de mantenimiento, permitiendo que se realicen de manera continua y efectiva.

En conclusión, es esencial que las normativas sean de conocimiento público y accesibles para todos los involucrados en el mantenimiento vial. Según Vargas et al.

(2021), la transparencia en la información sobre las normativas ayuda a asegurar que se cumplan los estándares establecidos, promoviendo una cultura de responsabilidad en la gestión de las infraestructuras.

2.1.5. Mantenimiento Rutinario

El mantenimiento rutinario es una actividad clave para garantizar la funcionalidad y seguridad de las infraestructuras viales, especialmente en áreas rurales o con alto tráfico vehicular. Este tipo de mantenimiento incluye actividades recurrentes como la limpieza de cunetas, reparación de baches, y mantenimiento de la señalización, las cuales son esenciales para evitar el deterioro progresivo de las vías (Martínez, 2020). Su principal objetivo es asegurar que las condiciones de las carreteras se mantengan óptimas a lo largo del tiempo (Gómez, 2019).

Las actividades de mantenimiento rutinario son generalmente de bajo costo en comparación con las reparaciones mayores, pero tienen un impacto significativo en la longevidad de la infraestructura vial. Por ejemplo, el mantenimiento adecuado de las cunetas y sistemas de drenaje puede prevenir desbordamientos y erosiones que a largo plazo generan daños severos (Pérez & Torres, 2020). De esta manera, se optimiza el presupuesto y se reduce la necesidad de intervenciones de mayor envergadura (Vargas, 2021).

Uno de los principales desafíos del mantenimiento rutinario es la planificación eficiente de los recursos, especialmente en áreas geográficamente extensas o de difícil acceso. Las autoridades encargadas de la gestión vial deben priorizar las intervenciones según el estado de las vías y su nivel de uso, lo que permite un uso más eficiente del presupuesto disponible (López & Ramírez, 2020). La implementación de tecnologías como los sistemas de información geográfica (SIG) puede facilitar esta tarea al ofrecer una visión más precisa del estado de las vías (Gutiérrez, 2019).

El mantenimiento rutinario también juega un papel importante en la seguridad vial. Las intervenciones oportunas, como la reparación de baches o la reinstalación de señalización, reducen la probabilidad de accidentes de tránsito y garantizan un entorno más seguro para los usuarios (Rodríguez, 2019). Esto es especialmente relevante en áreas rurales donde la falta de mantenimiento puede tener graves consecuencias para la seguridad de las personas (Torres, 2020).

Finalmente, es fundamental que los programas de mantenimiento rutinario se ajusten a las condiciones climáticas y geográficas de cada región. En zonas con altas precipitaciones, por ejemplo, es necesario incrementar la frecuencia de la limpieza de cunetas y sistemas de drenaje para evitar problemas de inundaciones (Martínez, 2020). Adaptar las intervenciones a estas variables permite una gestión más efectiva y sostenida de la infraestructura vial (Pérez, 2020).

2.1.6. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es un enfoque proactivo que busca prolongar la vida útil de la infraestructura vial mediante la realización de inspecciones, ajustes y reparaciones programadas. Este tipo de mantenimiento se fundamenta en la identificación de posibles fallas antes de que ocurran, lo que reduce costos y mejora la seguridad (López et al., 2019). Al implementar un programa de mantenimiento preventivo, se asegura una mayor eficiencia operativa (Ramírez & Sánchez, 2020) y se optimizan los recursos disponibles (Vargas, 2021).

2.1.7. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas son documentos fundamentales que establecen los requisitos y características que deben cumplir los materiales, equipos y procedimientos en la construcción y mantenimiento de infraestructuras viales. Estas especificaciones garantizan la calidad y la seguridad de las obras, proporcionando un marco claro para

los contratistas y supervisores (López et al., 2020). Su correcta elaboración es esencial para minimizar errores y asegurar que los proyectos se ejecuten conforme a los estándares establecidos (Martínez & Pérez, 2019).

Asimismo, las especificaciones técnicas facilitan la comunicación entre los diferentes actores involucrados en un proyecto, desde ingenieros hasta proveedores. Al detallar los criterios de calidad y rendimiento, se promueve la transparencia y se evitan malentendidos que pueden resultar en retrasos o sobrecostos (González et al., 2021). De esta manera, las especificaciones técnicas son un componente crucial para el éxito de cualquier proyecto de infraestructura (Torres & Ramírez, 2022).

2.1.8. Recursos del Presupuesto

La adecuada gestión de los recursos de presupuesto es fundamental para la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura. La asignación eficiente de estos recursos impacta directamente en la calidad de los servicios públicos, incluida la infraestructura vial (Rodríguez et al., 2020). La falta de financiamiento adecuado puede limitar la capacidad de mantenimiento y mejora de las vías, afectando la seguridad y eficiencia del transporte (González, 2019).

Además, los recursos de presupuesto deben ser utilizados de manera transparente y responsable para maximizar su impacto. Según Pérez y López (2021), la implementación de mecanismos de control y auditoría es esencial para asegurar que los fondos se utilicen adecuadamente y se evite la corrupción. La rendición de cuentas en la gestión del presupuesto también fomenta la confianza de la ciudadanía en las instituciones públicas (Fernández, 2018).

En el contexto de la infraestructura vial, es crucial considerar las variables climáticas y de terreno al momento de asignar recursos. Un estudio de Martínez y Rivas (2020) sugiere que la planificación presupuestaria debe incluir análisis de riesgos

climáticos para anticipar y mitigar posibles daños a las infraestructuras. Esto asegura que los recursos se destinen de manera eficiente y efectiva en el mantenimiento y mejora de las vías (Sánchez, 2021).

Por último, la integración de tecnologías de información en la gestión presupuestaria puede optimizar el uso de recursos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten un análisis más profundo de las necesidades de infraestructura y la asignación de presupuestos (Torres et al., 2022). Esto no solo mejora la planificación, sino que también ayuda a identificar áreas críticas que requieren atención prioritaria (Maldonado, 2019).

3.1 Optimización del Mantenimiento

2.2.1. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un documento estratégico que define las acciones necesarias para preservar y optimizar el estado de las infraestructuras viales. Este plan incluye un cronograma de actividades, recursos requeridos y criterios de evaluación para garantizar la funcionalidad y seguridad de los caminos (González et al., 2020). La implementación de un plan adecuado permite reducir costos a largo plazo y minimizar la interrupción del tráfico durante las labores de mantenimiento (López & Martínez, 2021).

Además, el plan de mantenimiento debe ser dinámico y adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno, como las variaciones climáticas y el deterioro del pavimento. La actualización constante de este plan asegura que se tomen decisiones basadas en datos actualizados, mejorando la eficacia de las intervenciones (Pérez et al., 2019). Así, un plan de mantenimiento bien estructurado se convierte en una herramienta clave para la sostenibilidad de la infraestructura vial (Torres & Ramírez,

2022).

2.2.2. Evaluación de Costos para Infraestructura vial

La evaluación de costos en proyectos de infraestructura vial es fundamental para garantizar la viabilidad económica de las obras y optimizar el uso de los recursos. En el caso del mantenimiento vial, esta evaluación incluye tanto los costos directos de la intervención como los costos indirectos relacionados con el tiempo de inactividad de las vías y el impacto económico en las comunidades afectadas (Gómez, 2021). Un análisis exhaustivo permite priorizar las actividades de mantenimiento y asignar los presupuestos de manera eficiente (Ramírez, 2020).

Uno de los aspectos más importantes en la evaluación de costos es la identificación de los materiales y equipos necesarios para cada tipo de obra. En el mantenimiento de caminos no pavimentados, se deben considerar los costos de maquinaria, materiales de relleno, y mano de obra especializada (Martínez & López, 2020). Estos elementos deben ser analizados en función del estado del camino y las condiciones geográficas del lugar para evitar sobrecostos innecesarios (Gutiérrez, 2019).

La metodología de evaluación de costos puede incluir técnicas como el análisis de ciclo de vida, que considera no solo los costos iniciales de las intervenciones, sino también los costos asociados al mantenimiento y la operación a lo largo del tiempo (Pérez et al., 2020). Esto es especialmente relevante en el mantenimiento vial, donde las condiciones climáticas y geográficas pueden generar costos adicionales si no se planifican correctamente (Vargas, 2019).

Además, es importante integrar factores económicos externos en la evaluación de costos, como las fluctuaciones en el precio de los materiales o el impacto de la inflación en los contratos a largo plazo (López, 2021). Un enfoque integral de la

evaluación de costos permite anticipar estos factores y ajustar los presupuestos de manera proactiva para evitar retrasos o la necesidad de financiamiento adicional (Torres, 2020).

Por último, la evaluación de costos también debe contemplar el análisis de los beneficios sociales y económicos que derivan de la ejecución de los proyectos de mantenimiento vial. Los beneficios, como la mejora de la conectividad y la reducción de los tiempos de transporte, deben ser ponderados frente a los costos de ejecución para asegurar que las intervenciones sean rentables y sostenibles en el largo plazo (Gómez & Ramírez, 2021).

2.2.3. Estudio de Costos de mantenimiento

Los estudios de costos de mantenimiento son esenciales para la planificación y gestión eficiente de infraestructuras viales. Estos análisis permiten identificar y cuantificar los gastos asociados al mantenimiento preventivo y correctivo, contribuyendo a una mejor asignación de recursos (González et al., 2019). Al evaluar los costos a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras, se pueden tomar decisiones más informadas para garantizar la sostenibilidad de los caminos (Pérez & Ramírez, 2020).

Además, la realización de estudios de costos de mantenimiento proporciona una base sólida para la justificación de inversiones en infraestructura. Al entender los costos implicados, las autoridades pueden priorizar proyectos y establecer presupuestos adecuados (Martínez et al., 2021). Esto no solo mejora la eficiencia del mantenimiento, sino que también optimiza el uso de fondos públicos en la conservación de la red vial (López et al., 2022).

2.2.4. Uso de Tecnología SIG

El uso de tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha

convertido en una herramienta clave para la planificación y gestión de infraestructuras viales. Estas tecnologías permiten la recopilación, análisis y visualización de datos espaciales, lo que facilita la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento y desarrollo de caminos (Liu et al., 2020). Gracias a su capacidad para integrar diversas fuentes de información, los SIG mejoran la eficiencia en la gestión de proyectos viales.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han revolucionado la planificación y gestión de infraestructuras viales al permitir una visualización detallada y análisis espacial de los caminos y áreas de interés. El uso de SIG facilita la toma de decisiones al integrar datos geográficos, topográficos y climáticos en un único entorno visual (Martínez, 2020). Esta tecnología permite optimizar el mantenimiento de caminos vecinales mediante el monitoreo constante y la identificación temprana de problemas (López, 2019).

El SIG ha demostrado ser una herramienta eficiente para la gestión del mantenimiento vial, ya que permite una evaluación más precisa del estado de los caminos no pavimentados. Al integrar variables como el tipo de suelo, la pendiente del terreno y las condiciones climáticas, se pueden prever zonas críticas y programar intervenciones preventivas (García, 2018). Además, su capacidad de almacenamiento de datos históricos facilita el seguimiento del deterioro a lo largo del tiempo (Pérez, 2021).

Un aspecto clave del uso de SIG en la gestión vial es su capacidad para generar mapas de vulnerabilidad, los cuales permiten identificar áreas con alto riesgo de deterioro debido a factores como la erosión o la presencia de baches. Estos mapas son esenciales para priorizar los recursos y optimizar las intervenciones en los caminos rurales (Torres, 2019). Al mismo tiempo, el uso de esta tecnología reduce costos, ya que se minimizan los trabajos correctivos (Fernández, 2020).

La capacidad de los SIG para integrar datos de sensores remotos también ha mejorado la precisión en la evaluación de los caminos. Con esta información, los responsables de mantenimiento pueden implementar estrategias más eficaces de gestión, ajustadas a las particularidades del terreno y el clima de cada región (Rodríguez, 2019). El uso de drones y satélites ha permitido recopilar datos en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta ante problemas emergentes (López, 2019).

Además, los SIG permiten la evaluación del estado de las infraestructuras a través del monitoreo en tiempo real. Esta herramienta es esencial para identificar áreas que requieren intervención, optimizando así los recursos destinados al mantenimiento (Huang et al., 2019). La visualización de datos geoespaciales ayuda a los gestores a priorizar las acciones según las necesidades específicas de cada sección de la red vial (González et al., 2021).

Así mismo, el uso de tecnologías SIG fomenta la sostenibilidad en la gestión de infraestructuras. Al facilitar un análisis detallado de las condiciones del terreno y del clima, los SIG permiten diseñar estrategias que minimicen el impacto ambiental de las obras viales (Chang et al., 2022). Esta integración de tecnología y sostenibilidad es crucial para el desarrollo de infraestructuras resilientes y adaptadas a los cambios climáticos (Huang et al., 2019).

Finalmente, la tecnología SIG no solo beneficia a los técnicos en campo, sino también a las autoridades locales, al proporcionar información clara y accesible para la planificación a largo plazo. Esta tecnología permite crear sistemas de alerta temprana y simulaciones de diferentes escenarios para tomar decisiones informadas en la preservación de los caminos vecinales (Gutiérrez, 2021). Su adopción se ha convertido en un estándar en la gestión de infraestructura vial en varios países (Pérez, 2021).

A) Limpieza de Cuneta

La limpieza de cunetas es una actividad fundamental dentro del mantenimiento rutinario de caminos, ya que permite el adecuado drenaje de las aguas pluviales y evita la acumulación de sedimentos que pueden dañar la infraestructura vial. Mantener las cunetas despejadas es clave para prevenir la erosión del terreno y el colapso de las vías (González, 2020). Esta tarea forma parte de los programas de mantenimiento preventivo que aseguran la prolongación de la vida útil de las carreteras (Martínez & Pérez, 2019).

Además, la limpieza periódica de cunetas contribuye a la seguridad vial al reducir el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra, que pueden afectar la transitabilidad de los caminos (López et al., 2021). La falta de mantenimiento en estas áreas críticas puede generar problemas graves, sobre todo en zonas con alta precipitación, donde el flujo de agua se intensifica (Ramírez & Torres, 2022). Por ello, es indispensable incluir la limpieza de cunetas en los planes de mantenimiento vial de las zonas rurales y urbanas.

B) Control de Baches

El control de baches es una actividad esencial en el mantenimiento de las carreteras, ya que estos defectos en la superficie vial pueden afectar la seguridad de los usuarios y acelerar el deterioro de la infraestructura. Los baches se forman principalmente por la acción del agua y el tráfico constante, lo que debilita la estructura del pavimento (Pérez, 2020). La reparación oportuna de baches previene accidentes y reduce los costos a largo plazo, evitando intervenciones mayores (López & Ramírez, 2019).

Existen diferentes técnicas para el control de baches, dependiendo del tipo de vía y las condiciones climáticas de la región. El método de parcheo es el más común y consiste en rellenar y compactar el área afectada, proporcionando una solución

temporal pero efectiva (González et al., 2021). Sin embargo, en zonas de alta precipitación, los baches pueden reaparecer rápidamente si no se toman medidas preventivas adicionales, como mejorar el drenaje (Torres, 2020).

Además de las reparaciones, es fundamental implementar sistemas de monitoreo y mantenimiento preventivo que permitan identificar las zonas más propensas a la formación de baches. Este enfoque proactivo asegura que las reparaciones se realicen antes de que los daños empeoren, optimizando los recursos disponibles (Martínez & Pérez, 2018). De esta manera, el control de baches se convierte en un componente clave para la durabilidad de las infraestructuras viales.

C) Remoción de derrumbes

La remoción de derrumbes en carreteras es una actividad crítica dentro del mantenimiento vial, particularmente en zonas geográficamente inestables como regiones montañosas o áreas afectadas por fenómenos climáticos extremos. Los derrumbes interrumpen la conectividad vial y representan un peligro para la seguridad de los usuarios, por lo que es vital actuar de manera inmediata para rehabilitar el tránsito (García, 2019). Este proceso involucra tanto la retirada de los escombros como la implementación de medidas preventivas que eviten futuros deslizamientos (Pérez, 2020).

El proceso de remoción de derrumbes requiere el uso de maquinaria especializada, como excavadoras y retroexcavadoras, que permiten movilizar grandes volúmenes de tierra y roca. Además, en muchos casos, se necesita personal capacitado para evaluar la estabilidad del terreno y decidir las mejores técnicas de intervención (López & Ramírez, 2021). La seguridad del personal involucrado en estas tareas también es un aspecto clave, ya que muchas veces las condiciones de trabajo son peligrosas debido a la inestabilidad del terreno (Torres, 2020).

Una vez retirados los materiales, es crucial llevar a cabo la rehabilitación del área afectada, lo cual puede incluir la construcción de muros de contención o la estabilización de taludes. Este tipo de intervenciones son esenciales para asegurar que la vía no vuelva a colapsar ante futuras lluvias intensas o eventos sísmicos (González et al., 2021). Además, el diseño de sistemas de drenaje adecuados es indispensable para evitar la acumulación de agua, una de las principales causas de derrumbes (Pérez & Torres, 2019).

El monitoreo preventivo de las áreas vulnerables es otra herramienta vital en la gestión de derrumbes. A través del uso de tecnologías como los sistemas de información geográfica (SIG) y los sensores de movimiento, es posible anticipar derrumbes y actuar con mayor rapidez cuando estos ocurren (Martínez & Gutiérrez, 2020). Esta tecnología también permite planificar mejor las operaciones de remoción, optimizando los recursos disponibles (López et al., 2021).

Finalmente, es importante destacar la coordinación entre las entidades locales y nacionales en la gestión de derrumbes. Las autoridades deben trabajar en conjunto para garantizar la rápida intervención y el restablecimiento del tránsito en el menor tiempo posible. La planificación adecuada y la implementación de protocolos específicos para estas situaciones resultan fundamentales para minimizar el impacto social y económico de los derrumbes en las comunidades afectadas (García, 2019).

4.1 Terreno y Clima

2.3.1. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas desempeñan un papel crucial en el mantenimiento y la gestión de infraestructuras viales. Factores como la temperatura, la precipitación y la humedad pueden afectar significativamente la durabilidad de los materiales utilizados en la construcción de caminos (López et al., 2020). La evaluación de estas condiciones

es fundamental para desarrollar estrategias adecuadas que minimicen el impacto negativo del clima en la infraestructura (Martínez & Pérez, 2019).

Además, las variaciones climáticas extremas pueden aumentar los costos de mantenimiento y reparación de las carreteras. Eventos como inundaciones o sequías pueden causar daños estructurales y afectar la transitabilidad (González et al., 2021). Por lo tanto, es esencial considerar las condiciones climáticas al planificar y ejecutar proyectos de infraestructura vial, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo (Torres & Ramírez, 2022).

A) Evaluación del Impacto del Clima

La evaluación del impacto del clima implica el análisis de cómo las condiciones climáticas afectan la infraestructura vial y su mantenimiento. Este enfoque identifica vulnerabilidades a fenómenos extremos y ayuda a diseñar estrategias de adaptación (González et al., 2020). Además, contribuye a la planificación de proyectos viales que mejoren la resiliencia de las infraestructuras (Martínez & Ramírez, 2019; Torres, 2021).

2.3.2. Estado Vial

El estado vial es un indicador crítico del desarrollo y bienestar de una región. Un adecuado mantenimiento y monitoreo de las vías son esenciales para garantizar la seguridad y la eficiencia del transporte (Cruz et al., 2020). La calidad de las carreteras afecta directamente el acceso a servicios esenciales y puede influir en el desarrollo económico local (Ramírez, 2019).

La evaluación del estado vial debe considerar varios factores, como el tipo de superficie, el tráfico y las condiciones climáticas. Según Morales y Sánchez (2021), una infraestructura vial en mal estado no solo impacta el transporte de mercancías, sino que también puede afectar la salud pública, debido al aumento de accidentes (González et al., 2020). Este fenómeno es especialmente relevante en áreas rurales, donde las

carreteras son vitales para la conectividad.

Además, las tecnologías de monitoreo, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han facilitado la evaluación del estado vial. Estos sistemas permiten una gestión más eficaz y una planificación adecuada del mantenimiento (Torres, 2019). La integración de estos datos puede contribuir a identificar áreas críticas que requieren intervención prioritaria (Hernández, 2020).

El deterioro del estado vial también está relacionado con la falta de recursos financieros para el mantenimiento. Estudios han demostrado que los presupuestos insuficientes pueden llevar a una disminución en la calidad de las carreteras, afectando su funcionalidad (Pérez & López, 2021). Esto crea un ciclo vicioso donde la falta de inversión genera un mayor deterioro, incrementando los costos a largo plazo.

Finalmente, la participación comunitaria en la evaluación del estado vial es un componente clave para el desarrollo sostenible. Según Romero (2022), involucrar a las comunidades locales en el monitoreo y la planificación del mantenimiento puede mejorar la efectividad de las intervenciones. Este enfoque no solo empodera a los ciudadanos, sino que también asegura que las inversiones respondan a las necesidades reales de la población (García et al., 2019).

A) Daños en la calzada

Los daños en la calzada son una de las principales preocupaciones en la gestión de infraestructuras viales. Estos daños pueden manifestarse en diversas formas, como baches, grietas y deformaciones, afectando la seguridad del tránsito y la durabilidad de las carreteras (García et al., 2020). La identificación temprana de estos problemas es crucial para implementar soluciones efectivas y evitar un mayor deterioro (Martínez & López, 2019).

Un estudio realizado por Pérez y Ramírez (2021) destaca que las condiciones climáticas adversas, como lluvias intensas y temperaturas extremas, son factores que contribuyen significativamente a los daños en la calzada. Estos fenómenos pueden debilitar los materiales de construcción, haciendo que las vías sean más susceptibles a fallos (Hernández et al., 2020). La evaluación regular del estado de la calzada puede ayudar a mitigar estos efectos.

Además, el volumen y tipo de tráfico que circula por una calzada también influyen en su deterioro. Investigaciones muestran que el tráfico pesado y constante puede acelerar el desgaste de la infraestructura (Sánchez et al., 2019). Por lo tanto, es fundamental considerar estos aspectos en la planificación y el diseño de nuevas vías (Romero, 2021).

La falta de un adecuado mantenimiento preventivo puede agravar los daños en la calzada. Según Cruz et al. (2020), la inversión en mantenimiento rutinario puede reducir significativamente los costos a largo plazo al prevenir el deterioro acelerado. Esto subraya la importancia de establecer programas de mantenimiento que sean sostenibles y efectivos.

Por último, el uso de tecnologías avanzadas, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), puede facilitar la detección y monitoreo de daños en la calzada. Estas herramientas permiten realizar un seguimiento más eficiente de la condición de las carreteras y ayudan a priorizar las intervenciones necesarias (Torres et al., 2022). La implementación de estas tecnologías es clave para mejorar la gestión de la infraestructura vial.

En el proyecto de mantenimiento de caminos vecinales no pavimentados, se

aplicarán las teorías y herramientas discutidas en el marco teórico para optimizar la gestión del mantenimiento rutinario, considerando el estado de los caminos como variable dependiente. La implementación de tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitirá una evaluación más precisa y eficiente de las condiciones de los caminos, lo que resulta fundamental para planificar intervenciones adecuadas (Maguire, 2020). Además, se tomará en cuenta la influencia del terreno y el clima como variables independientes, ya que estas características afectan directamente la durabilidad y el mantenimiento de las vías (Zhao, Wang, & Li, 2019). Así, mediante el uso de SIG y un análisis contextualizado de las variables ambientales, se podrá desarrollar un enfoque integral que mejore la sostenibilidad y funcionalidad de las vías rurales.

5.1 Limitaciones

El desarrollo de proyectos de mantenimiento vial rutinario enfrenta diversas limitaciones que impactan su efectividad. Una de las principales es la falta de recursos financieros, que limita la capacidad para llevar a cabo un mantenimiento adecuado. Además, las condiciones climáticas adversas, como lluvias intensas o sequías prolongadas, pueden deteriorar aún más la infraestructura existente, la zona de Huánuco tiene una época de lluvia que mayormente se suscita en los meses finales del mantenimiento vial contratado, lo cual dificulta y retrasa la culminación del servicio a áreas rurales que requieren atención urgente. La falta de una adecuada planificación también representa un desafío, ya que la ausencia de un plan estratégico claro puede conducir a la asignación ineficiente de recursos y a la ejecución de intervenciones que no abordan las necesidades prioritarias.

La falta de acceso a tecnologías avanzadas en provincias como Huánuco dificulta la implementación efectiva de programas de mantenimiento de caminos, lo

que resulta en una evaluación inadecuada de su estado (López & Carrasco, 2021). Asimismo, las condiciones climáticas extremas, como las fuertes lluvias y deslizamientos, complican el monitoreo y la intervención, poniendo en riesgo la durabilidad de las infraestructuras rurales (Mendoza et al., 2022). Estas limitaciones destacan la urgencia de adoptar soluciones innovadoras que integren tecnología y un enfoque flexible ante los desafíos climáticos.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

El 5 de enero de 2023, ingresé a la empresa tras superar un proceso de selección que incluyó una entrevista en la que se evaluaron mis habilidades y conocimientos relacionados con el área de operaciones y mantenimiento de caminos vecinales. Comencé como ayudante en un servicio específico, lo que me permitió familiarizarme con los procedimientos y la cultura organizacional. Gracias a mi desempeño, logré asegurar un contrato permanente en el cargo de analista de operaciones, el cual se renueva anualmente.

Durante ese tiempo, trabajé en el proyecto de mantenimiento rutinario del camino vecinal, Tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km. La etapa inicial involucra al ingeniero de proyectos, quien esta a cargo de la elaboración de las propuestas técnicas y evaluación de la viabilidad para ejecutar el mantenimiento. Igualmente, me permitió una mayor cercanía a los ingenieros de monitoreo por parte de Provias y el Instituto Vial Provincial quienes evalúan constantemente la transitabilidad de los caminos en mantenimiento.

Durante el proceso de ejecución se contó con un ingeniero con experiencia en mantenimiento de caminos vecinales; que viene a tomar el cargo de jefe de mantenimiento, su experiencia en campo sirvió de guía para reconocer las problemáticas mas frecuentes en este tipo de mantenimiento. También he trabajado con el personal técnico encargado de elaborar los informes mensuales, con quienes se pudo reconocer la mejora del servicio y el ahorro de recursos empleados luego de implementar las simulaciones son tecnología SIG.

Dentro de mis funciones en campo, debo identificar los daños y el estado del camino vecinal de interés para la empresa previo al proceso de licitación. En cuanto a mis funciones en gabinete; colaboro con el personal a cargo de elaborar las propuestas técnicas para el proceso de licitación en el desarrollo de los factores de evaluación y mejoras a los términos de referencia adjuntas en las Bases Estándar de Adjudicación Simplificada para la contratación de Servicios en General en relación al Mantenimiento de caminos vecinales. Luego de ello, en caso se diera la buena pro, me encargo de elaborar el Plan de trabajo anual que se va a seguir mediante la programación de las actividades y las progresivas en las que se va a trabajar mensualmente, es en este periodo en el que realizo la optimización del Mantenimiento de caminos vecinales para reducir recursos sin perjudicar a la población beneficiaria ni incumplir las metas del contrato. Y durante la ejecución del servicio me encargo del seguimiento mensual, la correcta ejecución del servicio, cumplimiento de metas y las operaciones de desarrollo en general del mantenimiento vial.

El mantenimiento de caminos vecinales no pavimentados sin la tecnología SIG cumple una programación de actividades y recursos siguiendo una evaluación hecha por Provias Descentralizado y el equipo del Instituto Vial Provincial mediante el Inventario de Condición Vial, el cual consta de 2 fichas de evaluación primarias para el itinerario y los daños; sin embargo, es un formato estándar para todas las provincias del Perú. Haciendo un resumen, la evaluación se realiza de la siguiente manera.

3.1. Etapas sin SIG

3.1.1 Etapa 1:

En base a los instrumentos usados para la recolección de datos con respecto al análisis documentario, se procede a buscar, evaluar y segregar la información brindada con el manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del año 2017 y los nuevos Términos de Referencia del D.U. N.º 070-2020 para evaluar de acuerdo a los conceptos mencionados las características a tener en cuenta y la forma de medición o el criterio para evaluar cada una de las fichas brindadas en el anexo del TDR D.U N.º 070-2020 con el propósito de tener toda la información requerida en el trabajo previo.

Se identifica la ubicación del distrito de Yacus en el mapa georreferenciado para el análisis de los tramos que se encuentran en el distrito, y el tramo específico de estudio: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km. Se usa un diario de campo y fichas de chek y revisión del MTC.

Figura 06

Ficha técnica de puentes

1.C: FICHA TECNICA DE PUENTES

RUTA	TRAMO	Coordenadas UTM				CLASE	TIPO	Nº DE VIAS	TABLERO DE RODADURA	LONGITUD (m)	ANCHO CALZADA (m)	CONDICIÓN FUNCIONAL	FECHA
		Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Zona (17,18,19)	Altitud (msnm)								

Clase	01: Puente Definitivo	02: Puente Provisional	03: Estructura Artesanal
Tablero de Rodadura	01: Concreto	02: Acero	03: Madera
Condición Funcional	01: Buena (Cauce sin problemas)	02: Regular (Parcialmente Obstruido)	03: Mala (Totalmente Obstruido)

Tipo	Pte Definitivo	Pte Provisional	Est. Artesanal
1. Losa	1. Modular Bailey	1. Vigas troncos Arboles	
2. Losa + Viga	2. Modular Mabey	2. Mampostería	
3. Pórtico	3. Modular Acrow	3. Concreto Simple	
4. Reticulado	4. Modular SIMA	4. Concreto Reforzado	
5. Arco	5. Yawata		

Nota: La Información de la Ficha debe tener el respaldo de la Información digital respectiva: Archivos GPS (Waypoints y Tracks), Fotografías (jpg) y Vídeos (avi)

Fuente: Manual de Transporte y Comunicaciones 2017

Figura 07

Ficha técnica de daños en camino vecinal

1.D: FICHA TECNICA DE DAÑOS EN CAMINO VECINAL

Progresiva		Ancho de Via (m)	Tipo de Daño	Codigo del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deterioradas	Fecha
Del Km	Al Km									

Tipo de Daño	1. Deformación	2. Erosión	3. Baches ó Huecos
	4. Encalaminado	5. Lodazal	6. Cruce de Agua
Nivel de Gravedad	1. Leve	2. Moderada	3. Severa
Clase de Densidad	Solo se Aplica al Tipo de Daño 3. Baches ó Huecos		

Nota: La Información de la Ficha debe tener el respaldo de la Información digital respectiva: Archivos GPS (Waypoints y Tracks), Plano Clave (dwg), Fotografías (jpg) y Vídeos (avi)

Fuente: Manual de Transporte y Comunicaciones 2017

Figura 08

Ficha técnica de calificación para cada tipo de deterioro (afirmado)

1.E: FICHA TECNICA DE CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 500 m DE CAMINO NO PAVIMENTADO (AFIRMADO)

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Ni) Longitud del deterioro (Lij)	TRAMO ANALIZADO (500m)			Porcentaje de Extensión del Deterioro / Falla Eij = (Aij/Aj) x 100	EfixAij	Extensión Promedio Ponderado EPP	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
				Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m²)				0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve EPP = Menor a 10%	2: Moderado EPP = entre 10% y 30%	3: Severo EPP = mayor a 30%	
1	Deformación	1. Huellas/ Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Área (A _{1j}) Daño 1 Gravedad 1 A _{1j} = Longitud x Ancho del deterioro											
		2. Huellas/ Hundimientos entre 5 y 10 cms	Área (A _{2j}) Daño 1 Gravedad 2 A _{2j} = Longitud x Ancho del deterioro											
		3. Huellas/ Hundimientos >= 10 cms	Área (A _{3j}) Daño 1 Gravedad 3 A _{3j} = Longitud x Ancho del deterioro											
2	Erosión	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A _{1j}) Daño 2 Gravedad 1 A _{1j} = Longitud x Ancho del deterioro											
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Área (A _{2j}) Daño 2 Gravedad 2 A _{2j} = Longitud x Ancho del deterioro											
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A _{3j}) Daño 2 Gravedad 3 A _{3j} = Longitud x Ancho del deterioro											
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N _{1j}) Daño 3 Gravedad 1											
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N _{2j}) Daño 3 Gravedad 2											
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N _{3j}) Daño 3 Gravedad 3											
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A _{1j}) Daño 4 Gravedad 1 A _{1j} = Longitud x Ancho del deterioro											
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área (A _{2j}) Daño 4 Gravedad 2 A _{2j} = Longitud x Ancho del deterioro											
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A _{3j}) Daño 4 Gravedad 3 A _{3j} = Longitud x Ancho del deterioro											
5	Lodazal	1. Transibilidad Baja o Intransibilidad en época de Uvula	Área (A _{1j}) Daño 5 Gravedad 1 A _{1j} = Longitud x Ancho del deterioro											
6	Cruce de Agua	1. Transibilidad Baja o Intransibilidad en época de Uvula	Área (A _{1j}) Daño 6 Gravedad 1 A _{1j} = Longitud x Ancho del deterioro											
Suma de Puntaje de Condición														

Fuente: Manual de Transporte y Comunicaciones 2017

Figura 09

Ficha técnica de establecimiento de la condición vial y su nivel de intervención

CALIFICACION DE CAMINO VECINAN DE Km (TRAMOS DE 500m)

Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8

CALIFICACION DE CONDICION PROMEDIO DEL CV.

CP =

Bueno	> 400	
Regular	> 150 y <= 400	
Malo	<= 150	

SE RECOMIENDA									
Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación periódica				Conservación rutinaria		
50	0	150	200	250	300	350	400	450	500

Fuente: Manual de Transporte y Comunicaciones 2017

3.1.2. Etapa 2:

Para realizar la ficha técnica de itinerario del camino vecinal se inicia el tramo con ayuda de un odómetro para medir la progresiva en la que se encuentra cada obra de drenaje o señalización que se encuentre en el camino

Figura 10

Medición en campo



Nota: Esta imagen muestra la medición del tramo en progresivas, haciendo uso del contómetro. Elaboración propia

3.1.3. Etapa 3:

Finalmente, el trabajo en gabinete se lleva a cabo también la presentación de tablas en Excel siguiendo el formato establecido por el TDR D.U. N.º 070-2020 de forma ordenando y siguiendo todos los lineamientos para un buen cotejo.

El presupuesto referencial brindado por IVP Huánuco para el tramo de estudio es el siguiente:

Figura 11

Presupuesto referencial del servicio

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	COSTOS UNITARIOS	Parcial (S/.)	
MR-100	CONSERVACION DE CALZADA				
MR-101	Limpieza de Calzada	km	208.00	28.80	5990.40
MR-102	Bacheo	m2	8.58	3000.00	25740.00
MR-103	Desquinche	m3	16.64	132.50	2204.80
MR-104	Remoción de Derrumbes	m3	13.86	735.00	10187.10
MR-200	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE				
MR-201	Limpieza de Cunetas	ml	0.34	28800.00	9792.00
MR-202	Limpieza de Alcantarilla	und	62.40	58.00	3619.20
MR-203	Limpieza de Badén	m2	4.16	80.00	332.80
MR-204	Limpieza de Zanjas de Coronación	ml	0.34	0.00	0.00
MR-205	Limpieza de Pontones	und	83.20	0.00	0.00
MR-206	Encauzamiento de Pequeños Cursos de Agua	ml	2.08	0.00	0.00
MR-300	CONTROL DE VEGETACIÓN				
MR-301	Roce y Limpieza	m2	0.10	23600.00	2360.00
MR-400	SEGURIDAD VIAL				
MR-401	Conservación de Señales	und	9.49	85.00	806.65
MR-500	MEDIO AMBIENTE				
MR-501	Reforestación	und	0.42	100.00	42.00
MR-600	VIGILANCIA Y CONTROL VIAL				
MR-601	Vigilancia y Control	km	1.66	460.00	763.60
MR-700	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS				
MR-701	Reparación de Muros Secos	m3	34.66	0.00	0.00
MR-702	Reparación de Pontones	und	536.66	0.00	0.00
					61,838.55
COSTO DIRECTO					
COSTO INDIRECTO					50,323.76
UTILIDAD (5.00% C.D.)					3,091.93
SUB TOTAL					115,254.24
IMPUESTO GENERAL A LA VENTA (18.00% IGV)					20,745.76
COSTO DE LA OBRA					S/136,000.00

Nota: El presupuesto indica el costo del servicio con una utilidad de 5% y se muestra los costos unitarios de cada partida y el metraje referencial a intervenir durante el periodo que dure el contrato. La información es referencial y es brindada por IVP Huánuco a la empresa previo al contrato del servicio para la elaboración del Plan de trabajo.

Para la Optimización del Mantenimiento de Caminos Vecinales No Pavimentados con SIG: Enfoque en terreno y clima, se desarrolla mediante las siguientes etapas.

3.2. Etapas con SIG:

3.2.1. Etapa 1: Recopilación de datos de campo

Al comenzar con el proceso, se estableció los datos que se necesita recopilar, los cuales son: Puntos de drenaje, daños y su profundidad, zonas de mayor vegetación, ancho y longitud del camino, puntos de referencia y secciones problemáticas. El monitoreo de las fallas se realiza a finales del mes de marzo y primeras semanas de abril. Cuando la temporada de lluvia es baja en la región de Huánuco, los meses de mayor precipitación son desde el mes de noviembre hasta principios de marzo.

Segundo, se identificó la zona de estudio, para el presente trabajo se ha elegido el camino vecinal no pavimentado, tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km. Ubicado en el distrito de Yacus, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco.

En tercer lugar, se preparó al personal y los equipos a usar para un camino vecinal de 25.801 km; se precisó el apoyo de tres personales, de preferencia personas que sean de la zona y estén familiarizados con el camino vecinal de estudio. En cuanto a los

equipos a usar se detalla a continuación:

- a) Dispositivo GPS marca Garmin; el cual se empleó para el registro de las coordenadas geográficas, también se empleó para tomar los puntos de inicio y fin del camino, las secciones problemáticas y los puntos de referencia como plazas, parques, capillas o centros poblados.
- b) Teléfono celular con cámara fotográfica de 12MP (megapíxeles) mínimo; en el cual se descargó el aplicativo Timestamp Camera Free y se tomó fotos georreferenciadas de los puntos más importantes que sirven como referencia, como daños significativos, desvíos, intersecciones y puentes.
- c) Cuaderno de anotaciones; en donde se registró la inspección visual de las características que tiene el camino vecinal. Los puntos que se registró son:
 - Pendientes y curvas
 - Puntos de drenaje
 - Daños como: Erosiones, baches o deformaciones significativas
 - Zonas con mayor vegetación existente
- d) Para las mediciones
 - Odómetro de rueda con medición digital marca INGCO modelo HDMW23; el cual se usó para medir el ancho y longitud del camino
 - Wincha de 5 metros; se empleó para medir la profundidad de los daños.
 - Eclímetro; el cual se utilizó para medir la inclinación de las pendientes.
- e) Formulario de Inspección propio
 - Para puntos de control:

Figura 12

Formulario de inspección N°01 para puntos de control

FORMULARIO DE INSPECCIÓN N°01										
Progresiva		Puntos de referencia	Sector de vegetación	Ancho de la Plataforma	Coordenadas UTM				Puntos de drenaje	Fotos
Del Km	Al Km				Norte (WGS84)	Este (WGS84)	Zona (17, 18, 19)	Altitud (msnm)		N°

Fuente: Elaboración propia

- Para los daños:

Figura 13

Formulario de inspección N°02 para daños

FORMULARIO DE INSPECCIÓN N°02 DAÑOS							
Progresiva		Ancho de la Plataforma	Tipo de Daño	Profundidad del daño	Ancho del daño	Longitud del daño	Fotos
Del Km	Al Km						N°

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Etapa 2: Preparación y Análisis de datos SIG

Para realizar el análisis de datos SIG e identificar patrones y tendencias se utilizó el Software QGIS versión 3.x y se realizó lo siguiente:

a) Preparación de datos: En esta etapa se cuenta con todos los datos recopilados en campo, los cuales se organizaron, y se verificaron que las coordenadas y altitud sean correctas. Se explica el procedimiento a continuación:

- Para los datos del terreno: Ya que los puntos tomados con el GPS se encontraban en formato GPX, se usó el GPSTabel para convertir los datos a un formato

compatible con QGIS (en este caso a KML), se importó los datos como una capa vectorial y se exportó el archivo KML. Para la verificación se cargó estos datos como capas raster y con las herramientas que brinda el QGIS se utilizó la validación de geometría para verificar la integridad de los datos del camino.

- Para los datos climático se evaluó la precipitación y temperatura. Los datos climáticos se cargaron desde el SMN (Servicio Meteorológico Nacional) en formato Shapefile por un periodo de 10 años y se cargó los datos en QGIS en una capa Raster para procesar el análisis climático.

b) Análisis de datos SIG: Se realizó el análisis de patrones de terreno para analizar la pendiente, orientación y curvatura, el cual permitió establecer la relación entre las condiciones climáticas y la topografía y evaluar la susceptibilidad a erosiones o deslizamientos. También, el análisis de patrones climáticos el cual permitió identificar tendencias climáticas e identificar condiciones climáticas futuras para anticipar posibles cambios y así priorizar acciones y las actividades a realizar.

3.2.3. Etapa 3: Modelado de procesos y simulaciones para predecir el comportamiento de los caminos

a) Modelado de procesos: En esta etapa se analizó los procesos que ocurren en el camino vecinal de estudio, para lo cual ya se organizó los datos climáticos y características del terreno. Luego de ello se creó un modelo en QGIS con “Spatial Analyst” y las variables con las que ya se contaba. Seguidamente, se configuró la operación “Overlay” para combinar las capas de pendiente y precipitación, se ingresó los comandos de suma y ponderado y se ejecutó el modelado. De la misma manera se configuró los comandos para la estadística y se aplicó la función ejecutar para visualizar los resultados y luego se identificó las áreas críticas donde es propenso el deslizamiento.

b) Simulaciones:

- Simulación de escenarios climáticos: El cual sirve para analizar y predecir el impacto del clima en el camino vecinal. Para ello, se cargó los datos climáticos y se seleccionó escenarios a simular, en este caso las lluvias intensas. Seguido de ello, se configuró el escenario con el aumento y disminución de precipitación. Después se usó la función “Simulation” para simular el escenario climático. Finalmente se identificó las secciones críticas donde el clima puede afectar la estabilidad del camino.

- Simulación de escenarios geomorfológicos: El cual sirvió para analizar y predecir cambios como la estabilidad del terreno. Para ello, se cargó los datos del terreno y se seleccionó el escenario a simular, en este caso deslizamientos. Después, se configuró el escenario con la intensidad de lluvia y se usó el plugin “Simulation” para así identificar las secciones críticas que pueda afectar la estabilidad del camino.

3.2.4. Etapa 4: Desarrollo de la información y gestión de los datos

En esta última etapa se desarrolla el geoprocesamiento en donde se carga las capas del camino vecinal de estudio, el terreno y el clima. Previamente se realizó el análisis del terreno y del clima, por tanto, se une los atributos y se hace un análisis de riesgo con “Raster Calculator” para calcular los índices de erosión y deslizamiento y también se utiliza la herramienta “Reclassify” para clasificar las secciones con bajo riesgo o alto riesgo.

Finalmente, en QGIS se importó todos los resultados obtenidos, mediante una tabla con los atributos que he trabajado. Con la información trabajada se hizo la reprogramación de actividades para el mantenimiento de caminos vecinales y se ejecutó las actividades de Remoción de derrumbes y bacheo en menos zonas, menor tiempo, y

antes de la época de lluvia ahorrando recursos.

Se trabajo con el Software QGIS que es un software de código abierto y gratuito, los plugins y herramientas usadas se pueden encontrar en el repositorio de QGIS, o se pueden descargar o están incluidos en el Software. Se cuenta con autorización de la empresa para utilizar los datos del proyecto. Al realizar la optimización con este método se buscó asegurar que el servicio al final beneficie a la población beneficiaria y no salga perjudicada en el ahorro de recursos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de la variable tiempo

Se plantea responder a la primera problemática; el cual viene a ser el tiempo que demanda la ejecución de cada actividad del mantenimiento vial rutinario del camino vecinal para el tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km. Se obtiene los resultados para cada actividad para un periodo de ejecución de 8 meses según contrato:

4.1.1. Limpieza de Calzada

Tabla 1

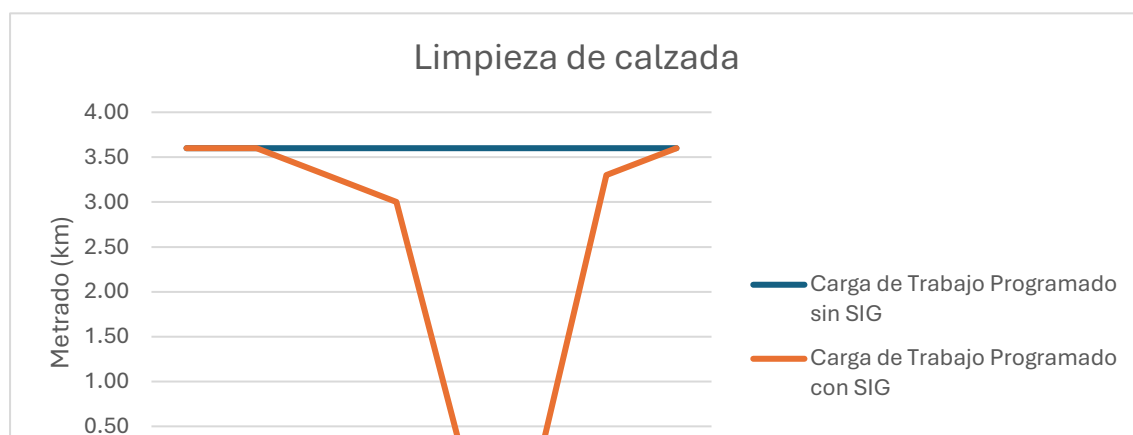
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de calzada

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	KM	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	28.80
Cargas de Trabajo Programado con SIG	KM	3.60	3.60	3.30	3.00			3.30	3.60	20.40

Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de calzada



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 1; que representa el metrado para Limpieza de Calzada, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la limpieza de 28.8 km en 8 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere limpiar 20.4 km en 6 meses. Además, se observa en la Figura 14 que el tiempo de ejecución de la actividad disminuye a cero en los meses de setiembre y octubre.

4.1.2. Bacheo

Tabla 2

Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de bacheo

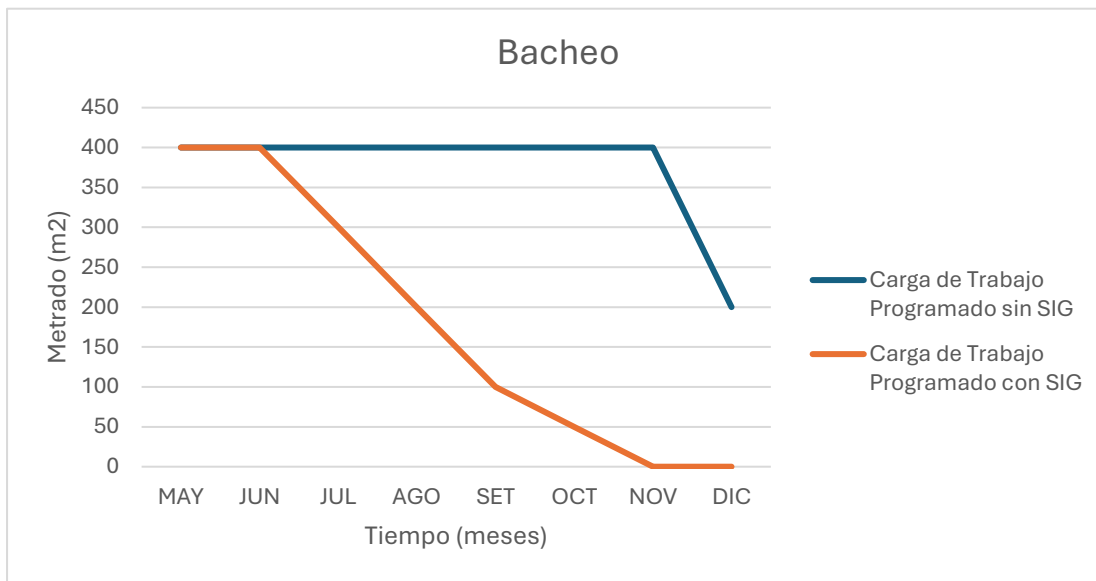
ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL	
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°		
		MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES		
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	M2	400	400	400	400	400	400	400	400	200	3,000.00

Cargas de Trabajo Programado con SIG	M2	400	400	300	200	100	50	0	0	1,450.00
---	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---	---	-----------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Análisis de metrado en función del tiempo para bacheo



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 2; que representa el metrado para Bacheo, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado el trabajo de 3,000.00 m2 en 8 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere trabajar 1,450.00 m2 en 6 meses. Además, se observa en la Figura 15 que el tiempo de ejecución de la actividad disminuye a cero en los meses de noviembre y diciembre.

4.1.3. Desquinche

Tabla 3

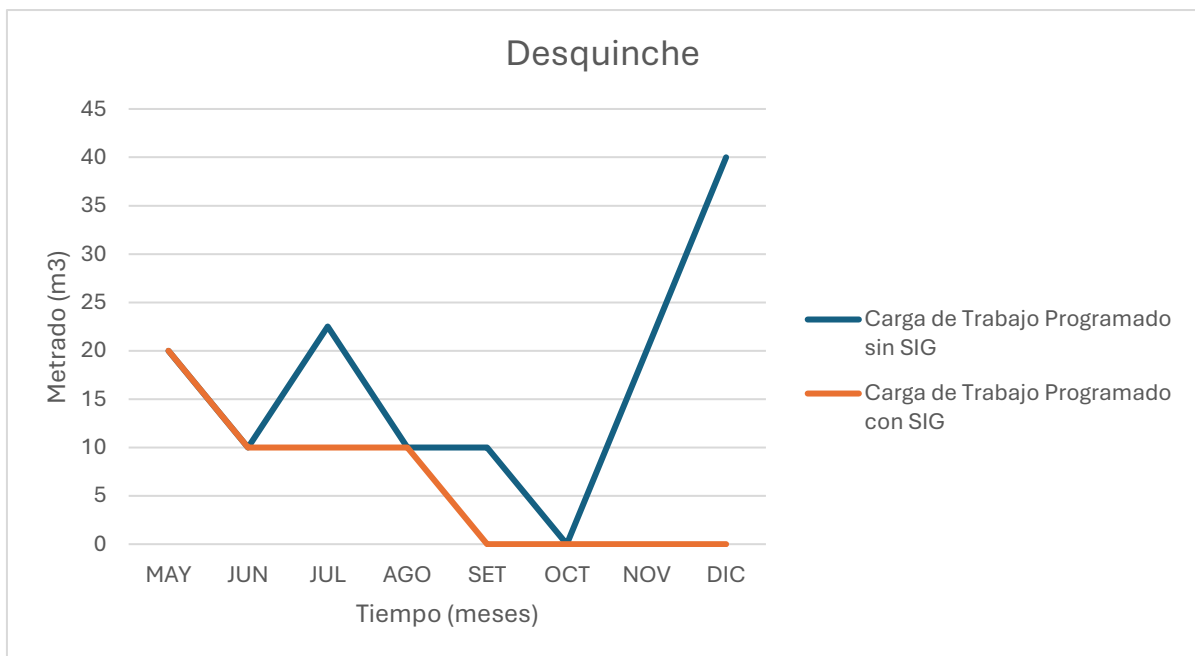
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de desquinche

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	M3	20	10	23	10	10	0	20	40	132.50
Cargas de Trabajo Programado con SIG	M3	20	10	10	10	0	0	0	0	50.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Análisis de metrado en función del tiempo para desquinche



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 3; que representa el metrado para la actividad de Desquinche, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado el trabajo de 132.5 m³ en 7 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere trabajar 50.0 m³ en 4 meses. Además, se observa en la Figura 16 que el tiempo de ejecución de la actividad disminuye a cero en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

4.1.4. Remoción de derrumbes

Tabla 4

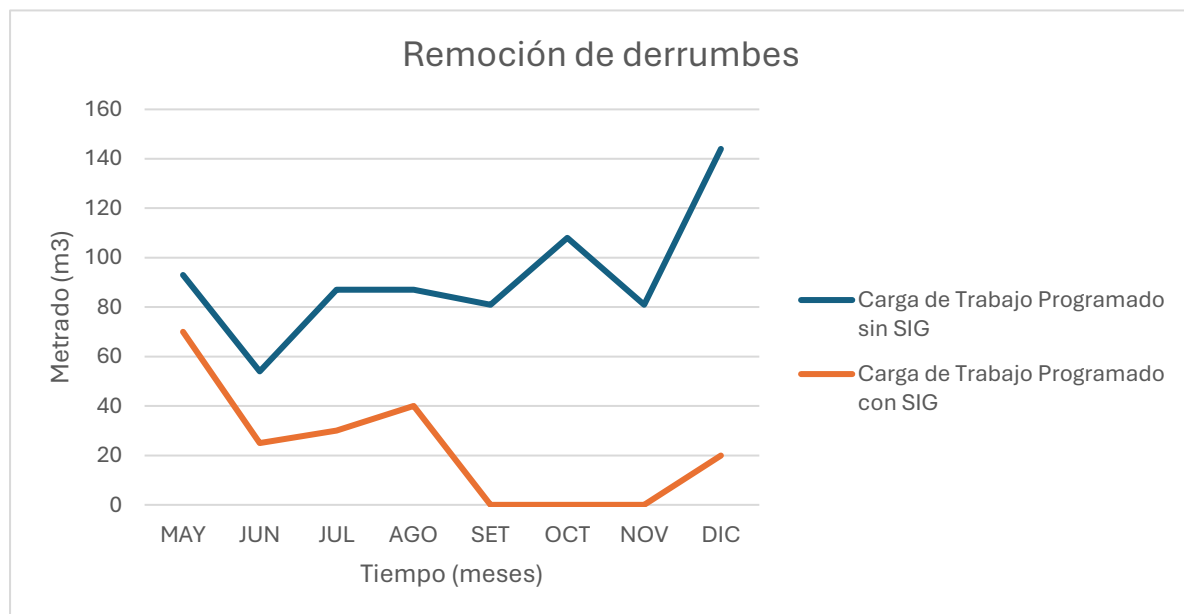
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de remoción de derrumbes

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	M3	93	54	87	87	81	108	81	144	735.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	M3	70	25	30	40	0	0	0	20	185.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Análisis de metrado en función del tiempo para remoción de derrumbes



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 4; que representa el metrado para la actividad de Remoción de derrumbes, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado el trabajo de 735.0 m³ en 8 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere trabajar 185.0 m³ en 5 meses. Además, se observa en la Figura 17 que el tiempo de ejecución de la actividad disminuye a cero en los meses de setiembre, octubre y noviembre.

4.1.5. Limpieza de cuneta

Tabla 5

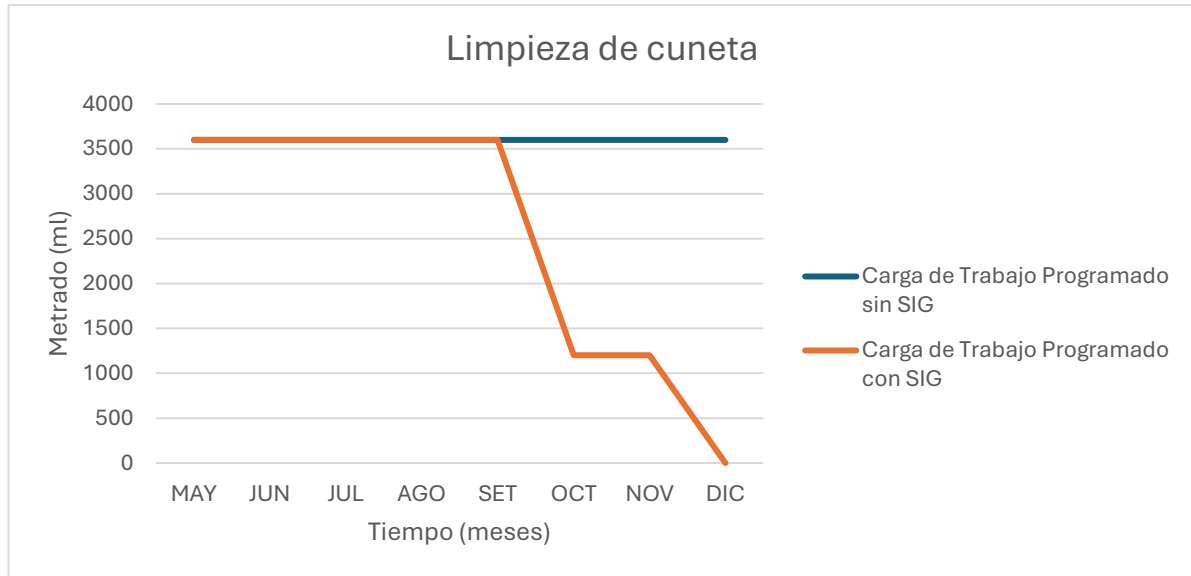
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de cuneta

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL	
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°		
		MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES		
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	ML	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	28,800.0
Cargas de Trabajo Programado con SIG	ML	3600	3600	3600	3600	3600	1200	1200	0	0	20,400.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de cuneta



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 5; que representa el metrado para la actividad de Limpieza de cuneta, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la limpieza de 28,800.00 ml de cuneta en 8 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere la limpieza de 20,400.00 ml de cuneta en 7 meses. Además, se observa en la Figura 18 que el tiempo de ejecución de la actividad disminuye progresivamente en los meses de octubre y noviembre y se reduce a cero en el mes de diciembre

4.1.6. Limpieza de alcantarilla

Tabla 6

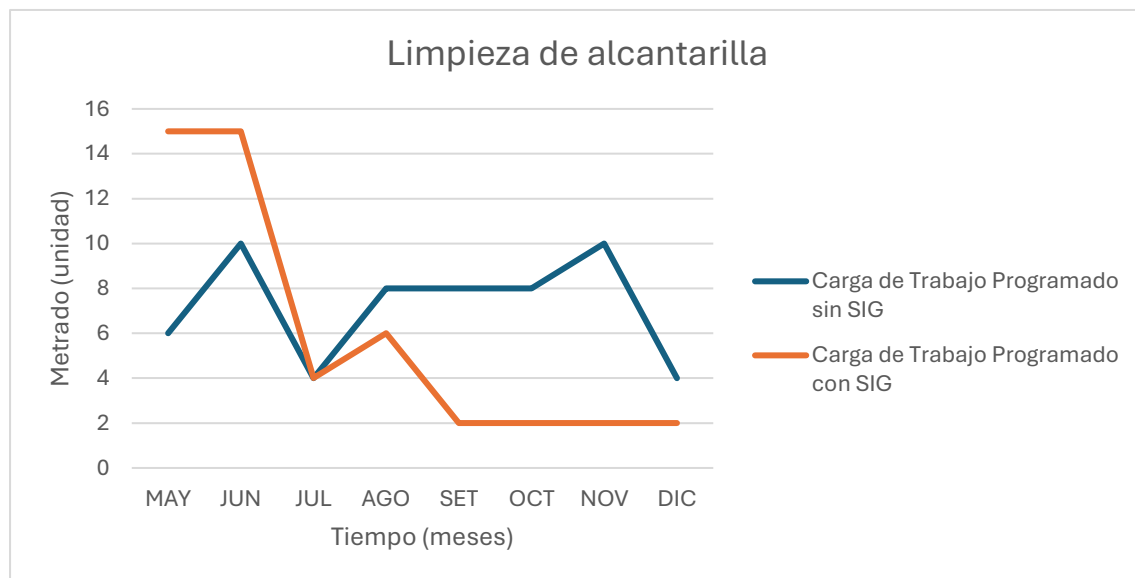
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de alcantarilla

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	UND	6	10	4	8	8	8	10	4	58.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	UND	15	15	4	6	2	2	2	2	48.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de alcantarilla



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 6; que representa el metrado para la actividad de Limpieza de alcantarilla, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la limpieza de 58.0 unidades de alcantarillas en 8 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere la limpieza de 48.0 unidades de alcantarillas en 8 meses. Además, se observa en la Figura 19 que el tiempo de ejecución de la actividad aumenta los 2 primeros meses de mayo y junio previendo la temporada de lluvia y reduce en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

4.1.7. Limpieza de badén

Tabla 7

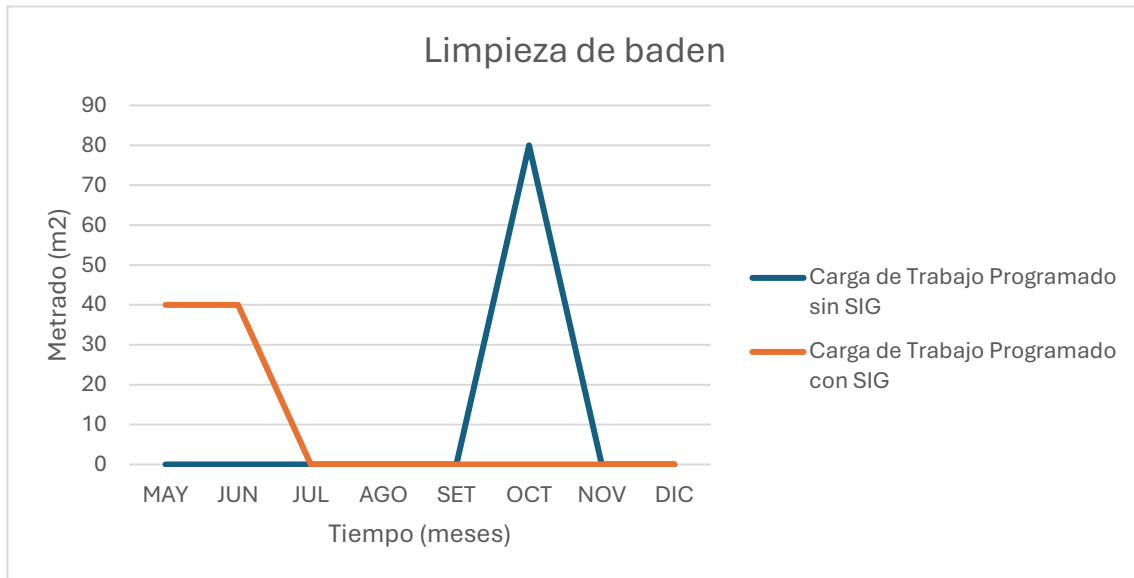
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de badén.

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	
		MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	M2	0	0	0	0	0	80	0	0	80.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	M2	40	40	0	0	0	0	0	0	80.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Análisis de metrado en función del tiempo para limpieza de badén



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 7; que representa el metrado para la actividad de Limpieza de badén, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la limpieza de 80.0 m² de baden en el mes de octubre; el metrado es el mismo que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde se requiere la limpieza de 80.0 m² de baden en los meses de mayo y junio. Además, se observa en la Figura 20 que el tiempo de ejecución de la actividad varía del mes de octubre al mes de mayo y junio.

4.1.8. Roce y Limpieza

Tabla 8

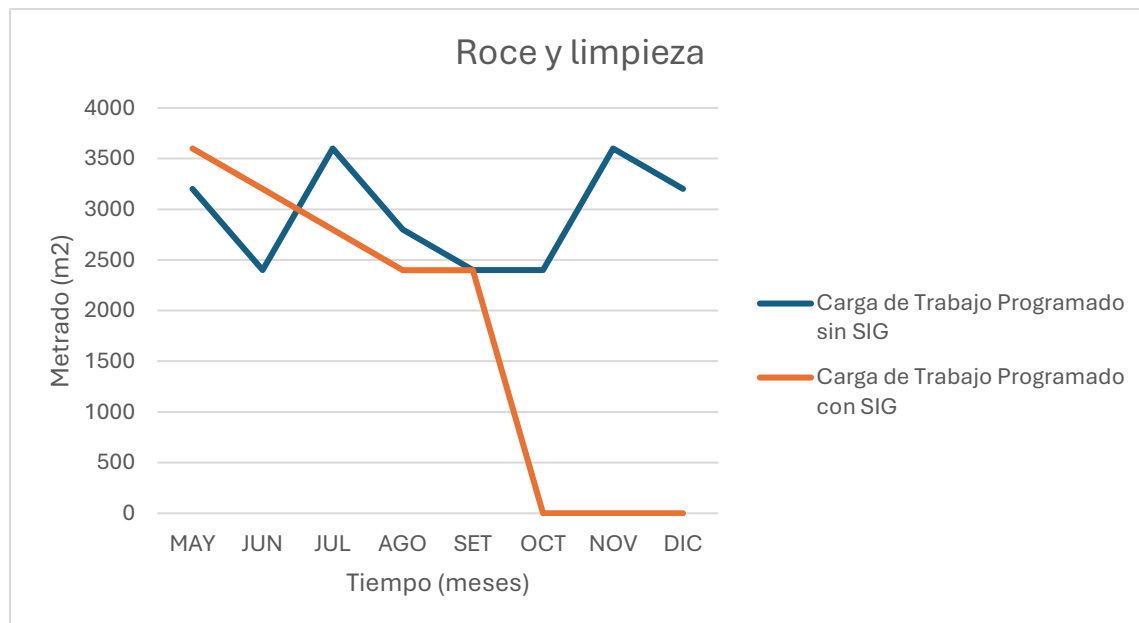
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de roce y limpieza.

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	M2	3200	2400	3600	2800	2400	2400	3600	3200	23,600.0
Cargas de Trabajo Programado con SIG	M2	3600	3200	2800	2400	2400	0	0	0	14,400.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Análisis de metrado en función del tiempo para roce y limpieza



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 8; que representa el metrado para la actividad de Roce y limpieza, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado el roce y limpieza de 23,600.00 m² de vegetación en 8 meses; el cual es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde solo se requiere el roce y limpieza de 14,400.00 m² de vegetación. Además, se observa en la Figura 21 que el tiempo de ejecución de la actividad aumenta los 2 primeros meses de mayo y junio previendo la temporada de lluvia y reduce en los meses de julio y agosto y se reduce a cero en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

4.1.9. Conservación de señales

Tabla 9

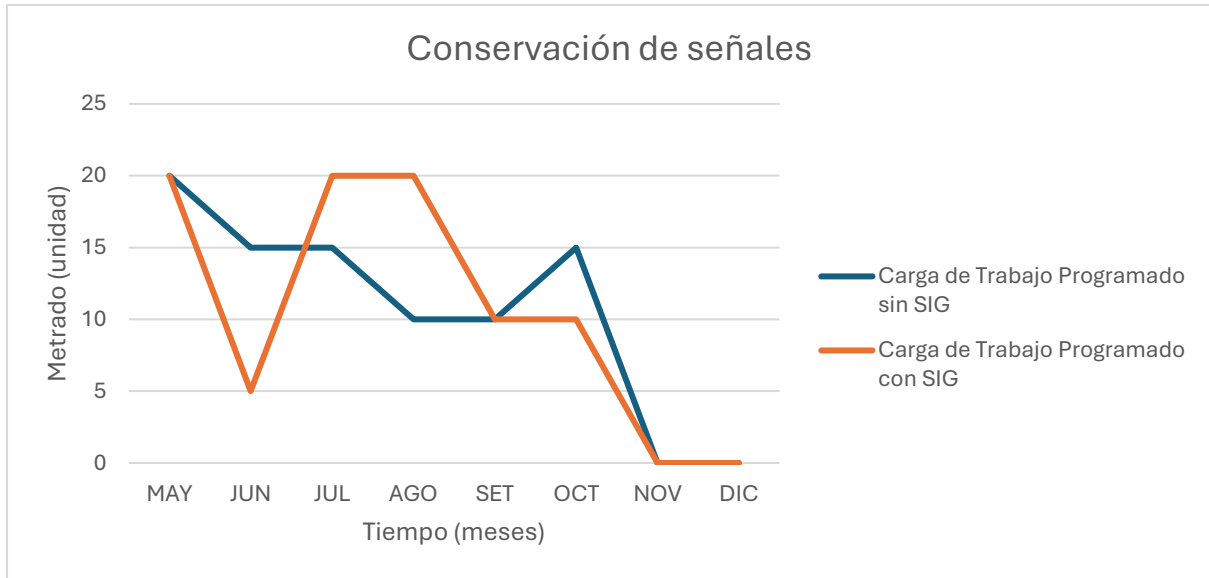
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de conservación de señales.

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	
		MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	UND	20	15	15	10	10	15	0	0	85.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	UND	20	5	20	20	10	10	0	0	85.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Análisis de metrado en función del tiempo para conservación de señales



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 9; que representa el metrado para la actividad de Conservación de señales, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la conservación de 85.0 unidades de señales en los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre y octubre; el metrado es el mismo que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde se requiere la limpieza de 85.0 unidades de señales en los mismos meses con la diferencia de la cantidad a trabajar variable sobre todo en el mes de junio reduciendo la cantidad e incrementándose en el mes de agosto. Además, se observa en la Figura 22 que el tiempo de ejecución de la actividad varía del mes de octubre al mes de junio a octubre.

4.1.10. Reforestación

Tabla 10

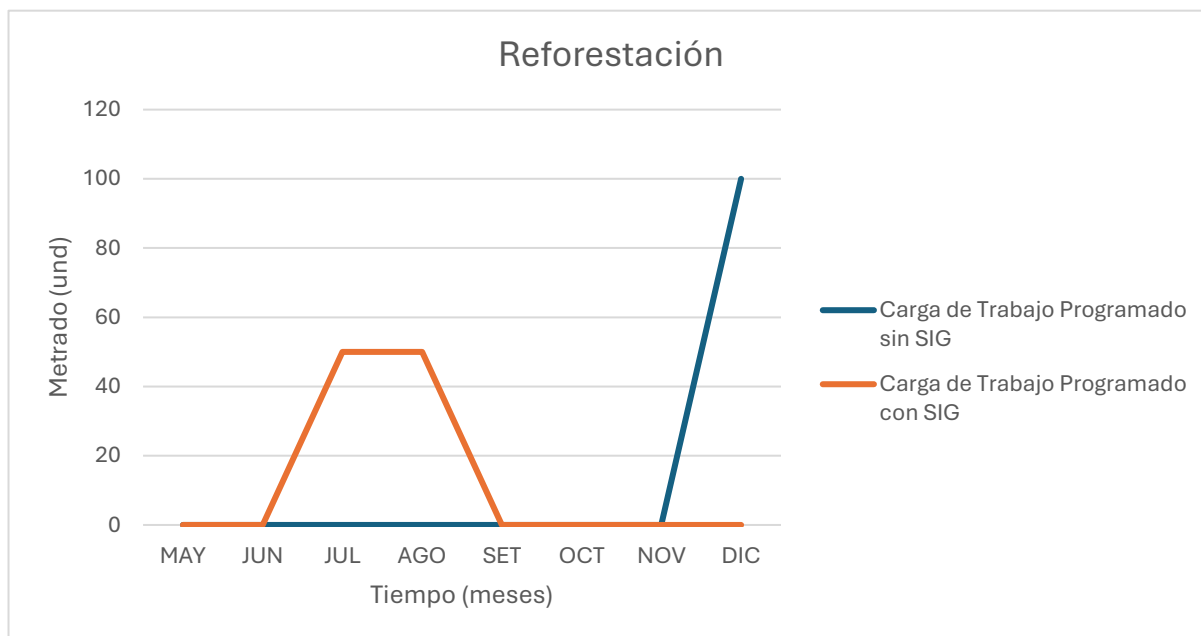
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de reforestación.

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	UND	0	0	0	0	0	0	0	100	100.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	UND	0	0	50	50	0	0	0	0	100.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Análisis de metrado en función del tiempo para reforestación



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 10; que representa el metrado para la actividad de Reforestación, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la reforestación con 100.0 unidades de plántones en el mes de diciembre; el metrado es el mismo que las cargas de trabajo programado con SIG en donde se requiere la reforestación con 100.0 unidades de plántones con la diferencia de los meses a trabajar varía al mes de julio y agosto debido a la proximidad a la temporada de bajas precipitaciones. Además, se observa en la Figura 23 que el tiempo de ejecución de la actividad varía del mes de diciembre al mes de julio a agosto.

4.1.11. Vigilancia y Control

Tabla 11

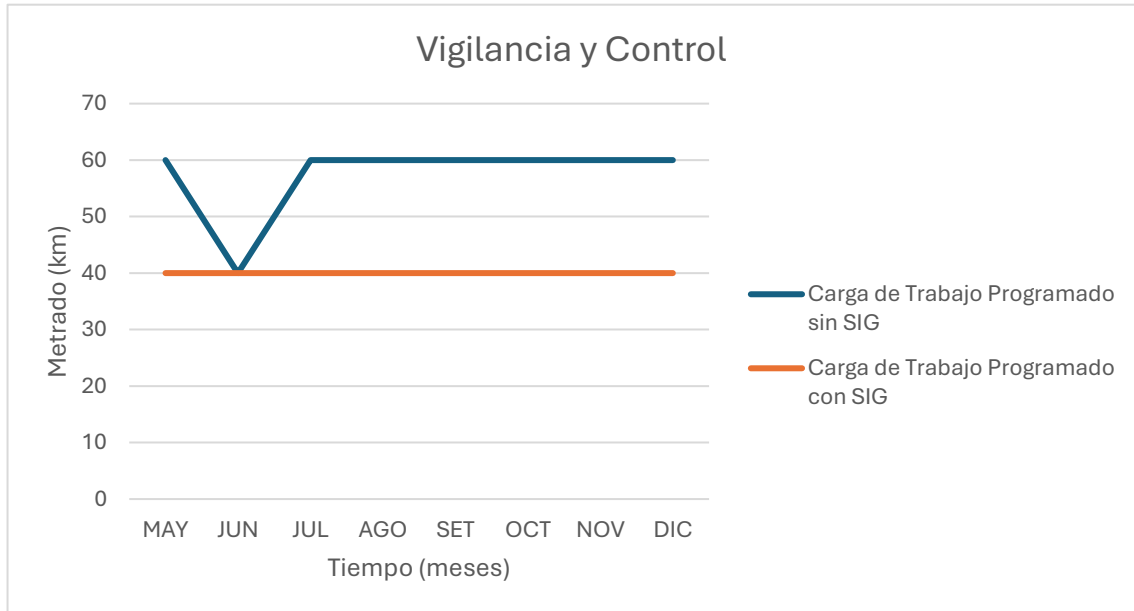
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de vigilancia y control.

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL
		1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	KM	60	40	60	60	60	60	60	60	460.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	KM	40	40	40	40	40	40	40	40	320.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Análisis de metrado en función del tiempo para vigilancia y control



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 11; que representa el metrado para la actividad de Vigilancia y Control, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la vigilancia permanente por 460.00 km durante los 8 meses; el metrado es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde se requiere la vigilancia permanente de 320.00 km durante los 8 meses. Además, se observa en la Figura 24 que la estabilidad de la actividad de vigilancia permanece constante en la programación con SIG.

4.1.12. Reparación de muros secos

Tabla 12

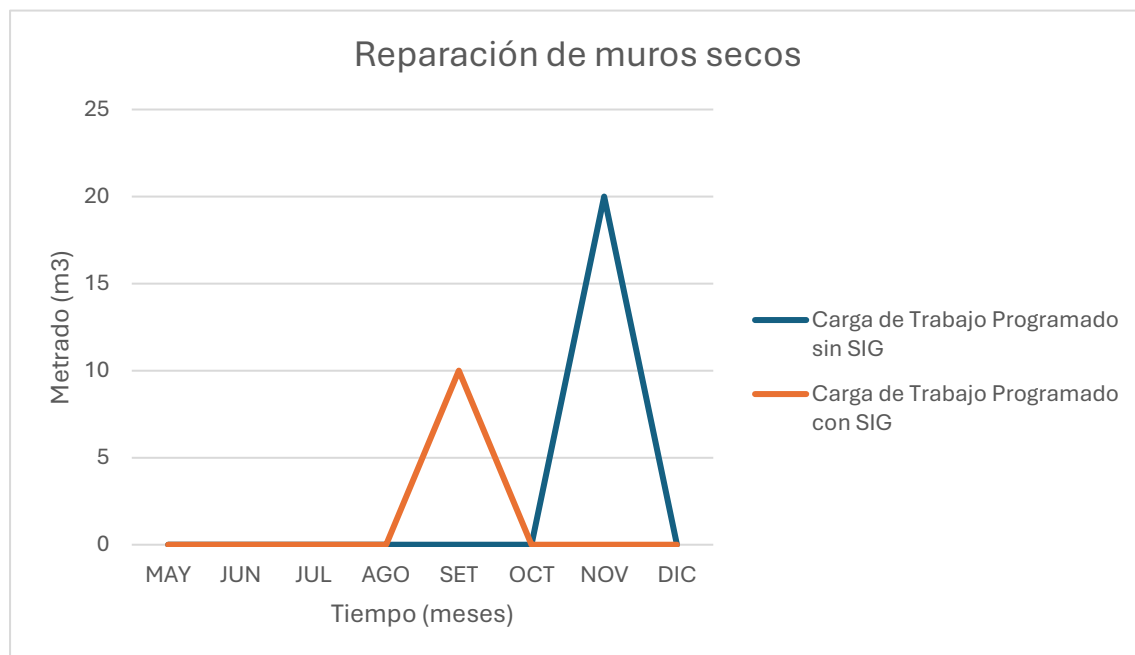
Cargas de trabajo programado con SIG y sin SIG para la actividad de reparación de muros secos.

ACTIVIDAD	UND	MESES								TOTAL	
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°		
		MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES		
		MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Cargas de Trabajo Programado sin SIG	M3	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20.00
Cargas de Trabajo Programado con SIG	M3	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Análisis de metrado en función del tiempo para reparación de muros secos.



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 12; que representa el metrado para la actividad de reparación de muros secos, se entiende que las cargas de trabajo programados sin emplear el software SIG dan como resultado la reparación de 20.0 m³ de muros secos en el mes de noviembre; el metrado es mayor que las cargas de trabajo programado con SIG en dónde se requiere la reparación menor de 10.0 m³ de muros secos durante el mes de setiembre. Además, se observa en la Figura 25 que la reparación de muros secos cambia del mes de noviembre al mes de setiembre en menor cantidad.

4.2. Análisis del costo del servicio

Se plantea responder a la segunda problemática; el cual viene a ser el costo del servicio que demanda la ejecución de cada actividad del mantenimiento vial rutinario del camino vecinal para el tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km. Se obtiene los resultados para cada actividad para un periodo de ejecución de 8 meses según contrato:

4.2.1. Limpieza de Calzada

Tabla 13

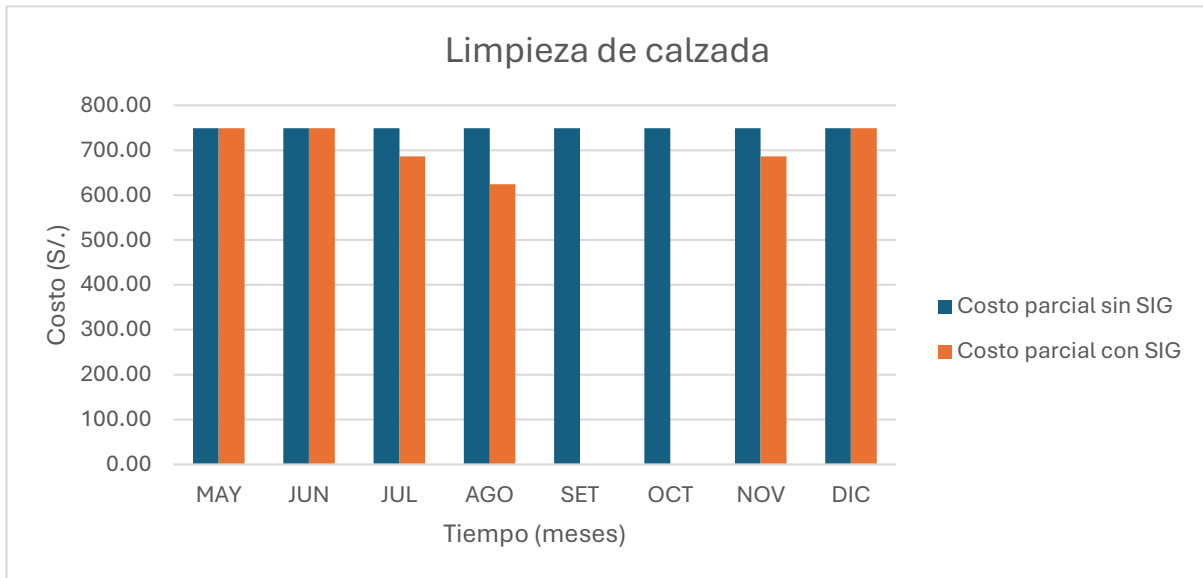
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de calzada

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	748.80	748.80	748.80	748.80	748.80	748.80	748.80	748.80	5,990.40
Costo parcial con SIG	748.80	748.80	686.40	624.00	0.00	0.00	686.40	748.80	4,243.20

Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de calzada



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 13; que representa el costo parcial para Limpieza de Calzada, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 5,900.00; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde solo se requiere el monto total de S/. 4,243.00. Además, se observa en la Figura 26 que el monto disminuye en los meses de julio, agosto, setiembre y octubre.

4.2.2. Bacheo

Tabla 14

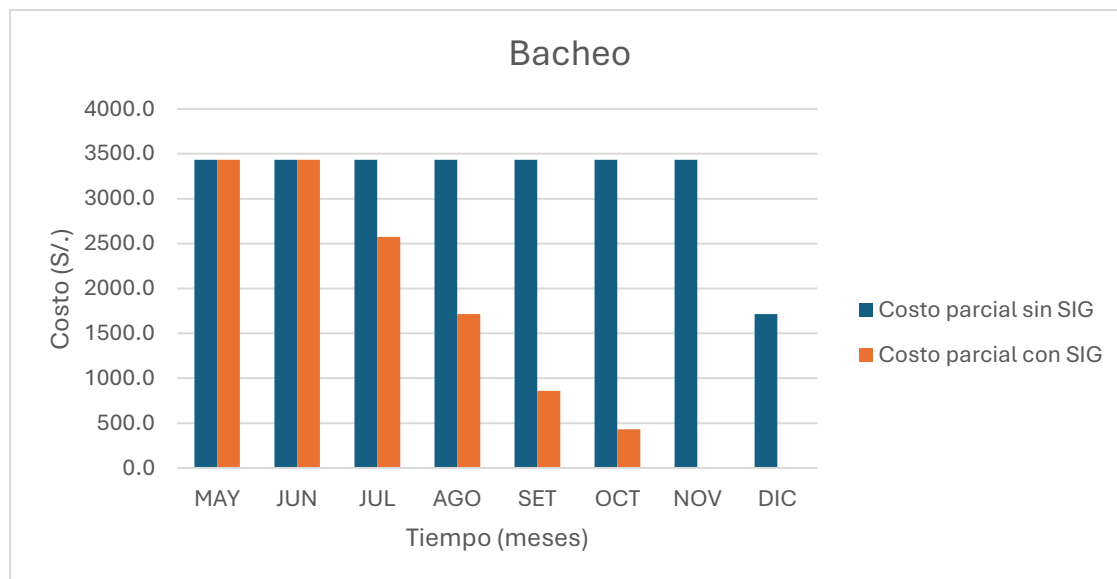
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de bacheo

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	3432.0	3432.0	3432.0	3432.0	3432.0	3432.0	3432.0	1716.0	25740.0
Costo parcial con SIG	3432.0	3432.0	2574.0	1716.0	858.0	429.0	0.0	0.0	12441.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Análisis de costo parcial en función del tiempo para bacheo



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 14; que representa el costo parcial para Bacheo, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 25,740.00; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se requiere el monto total de S/.

12,441.00. Además, se observa en la Figura 27 que el monto disminuye en los meses de julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

4.2.3. Desquinche

Tabla 15

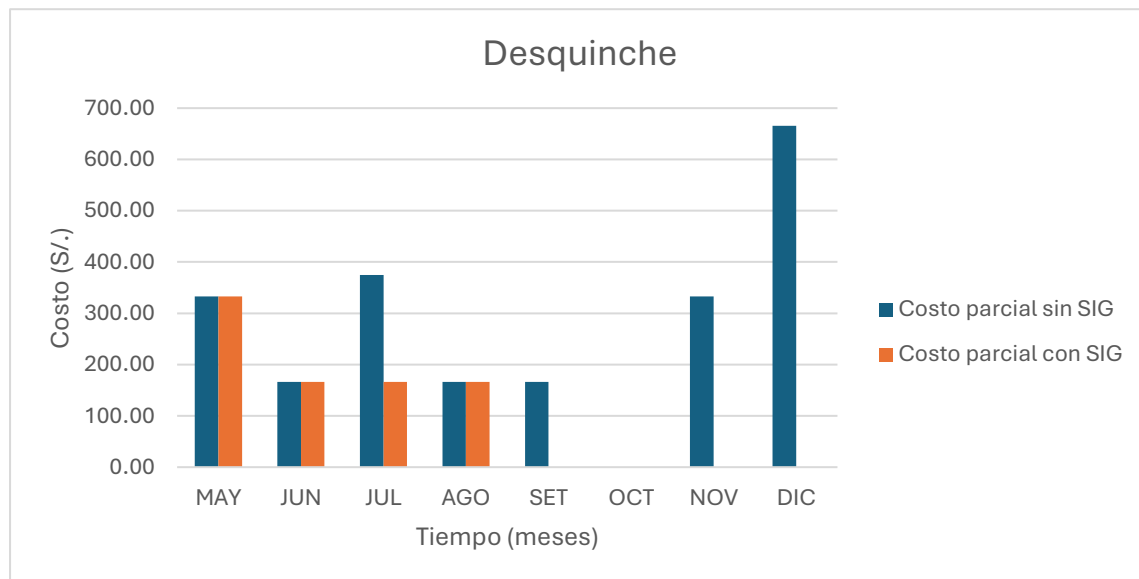
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de desquinche

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	
	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	332.80	166.40	374.40	166.40	166.40	0.00	332.80	665.60	2,204.80
Costo parcial con SIG	332.80	166.40	166.40	166.40	0.00	0.00	0.00	0.00	832.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Análisis de costo parcial en función del tiempo para desquinche



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 15; que representa el costo parcial para la actividad de Desquinche, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 2,204.80; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se requiere el monto total de S/. 832.00. Además, se observa en la Figura 28 que el monto disminuye en los meses de julio, setiembre, noviembre y diciembre.

4.2.4. Remoción de derrumbes

Tabla 16

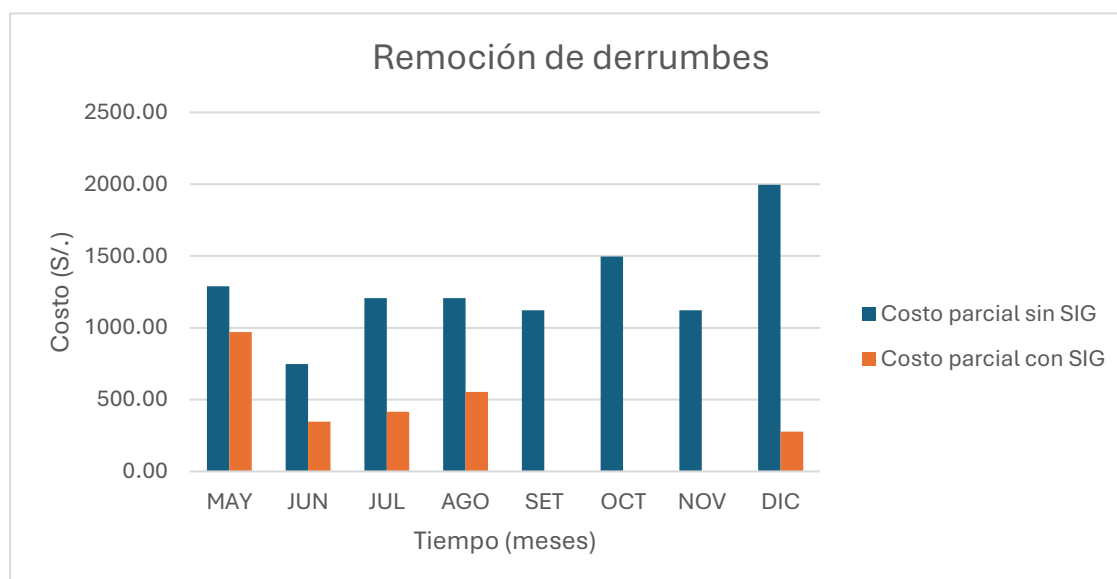
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de remoción de derrumbes

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	1288.98	748.44	1205.82	1205.82	1122.66	1496.88	1122.66	1995.84	10,187.10
Costo parcial con SIG	970.20	346.50	415.80	554.40	0.00	0.00	0.00	277.20	2,564.10

Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Análisis de costo parcial en función del tiempo para remoción de derrumbes



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 16; que representa el costo parcial para la actividad de Remoción de derrumbes, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 10,187.10; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se requiere el monto total de S/. 2,564.10. Además, se observa en la Figura 29 que el monto disminuye para los 8 meses del servicio.

4.2.5. Limpieza de cuneta

Tabla 17

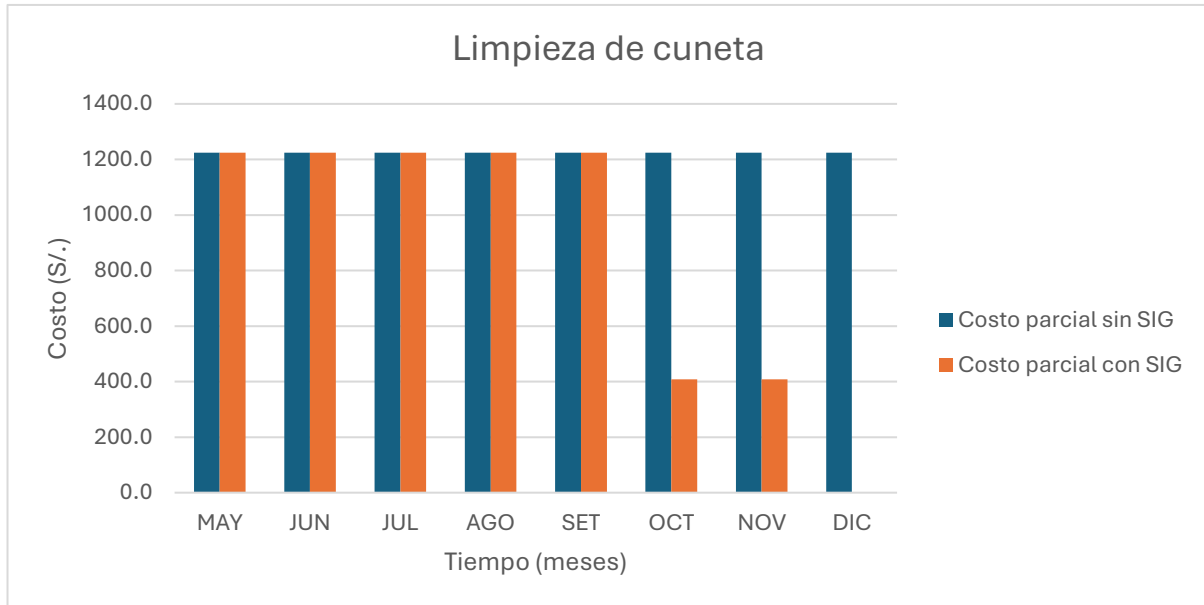
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de cuneta

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	9792.0
Costo parcial con SIG	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	1224.0	408.0	408.0	0.0	6936.0

Fuente: Elaboración propia

Figura 30:

Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de cuneta



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 17; que representa el costo parcial para la actividad de Limpieza de cuneta, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 9,792.00; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se requiere el monto total de S/. 6,936.00. Además, se observa en la Figura 30 que el monto disminuye para los meses de octubre, noviembre y diciembre.

4.2.6. Limpieza de alcantarilla

Tabla 18

Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de alcantarilla

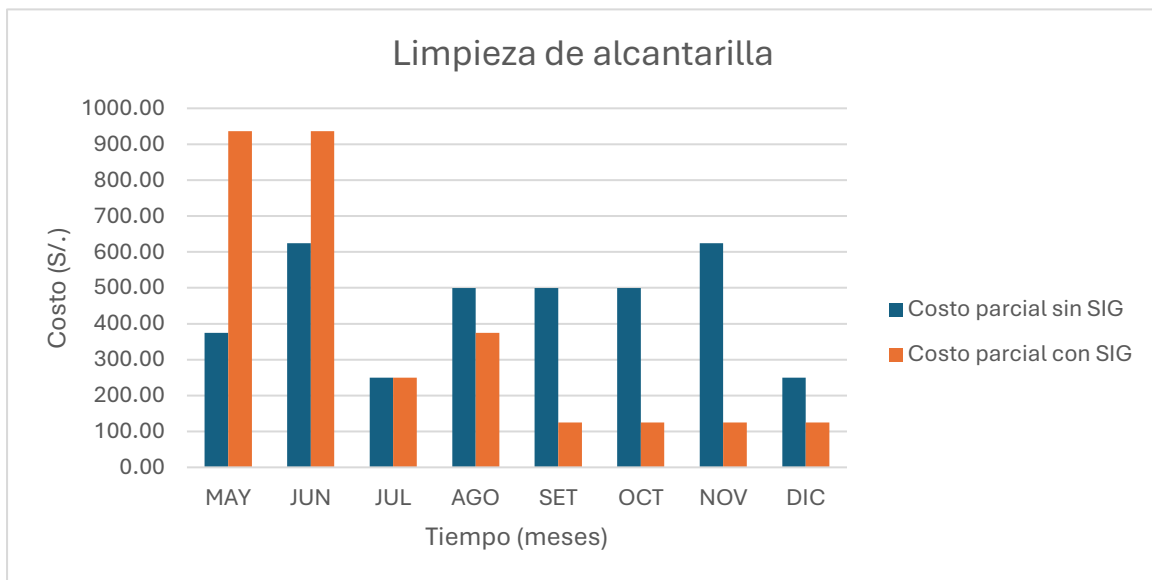
ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	374.40	624.00	249.60	499.20	499.20	499.20	624.00	249.60	3,619.20

Costo parcial con SIG	936.00	936.00	249.60	374.40	124.80	124.80	124.80	124.80	2,995.20
------------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 31:

Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de alcantarilla



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 18; que representa el costo parcial para la actividad de Limpieza de alcantarilla, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 3,619.20; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en donde se requiere el monto total de S/. 2,995.20. Además, se observa en la Figura 31 que el monto incrementa para los meses de mayo y junio y disminuye en los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

4.2.7. Limpieza de badén

Tabla 19

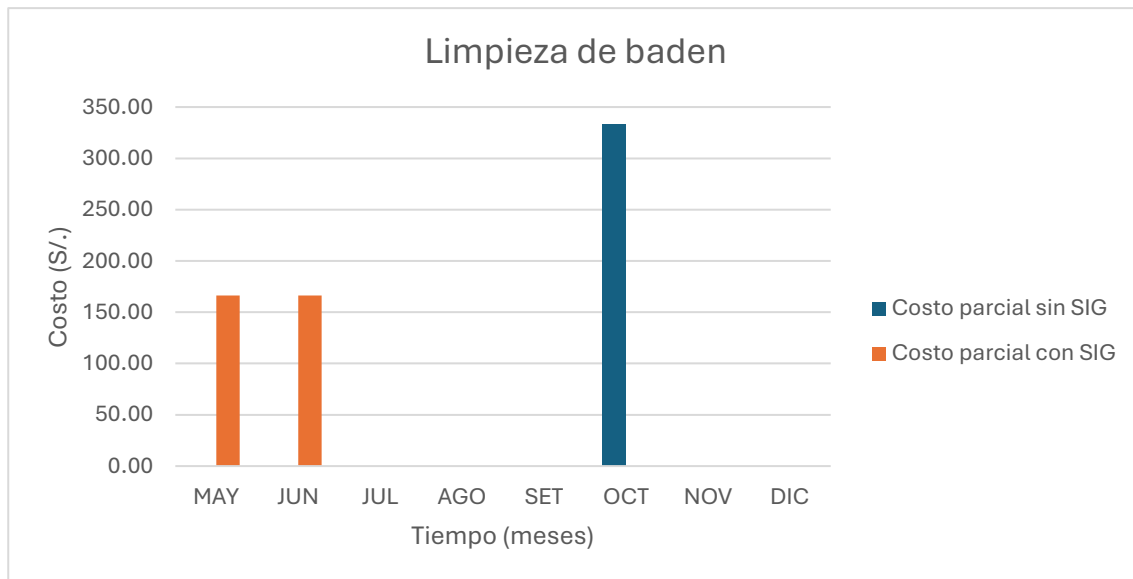
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de badén.

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	332.80	0.00	0.00	332.80
Costo parcial con SIG	166.40	166.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	332.80

Fuente: Elaboración propia

Figura 32

Análisis de costo parcial en función del tiempo para limpieza de badén



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 19; que representa el costo parcial para la actividad de Limpieza de badén, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como

resultado S/. 332.80; el cual es igual al costo parcial programado con SIG. Además, se observa en la Figura 32 que el costo parcial solo cambia de acuerdo al periodo de ejecución.

4.2.8. Roce y Limpieza

Tabla 20

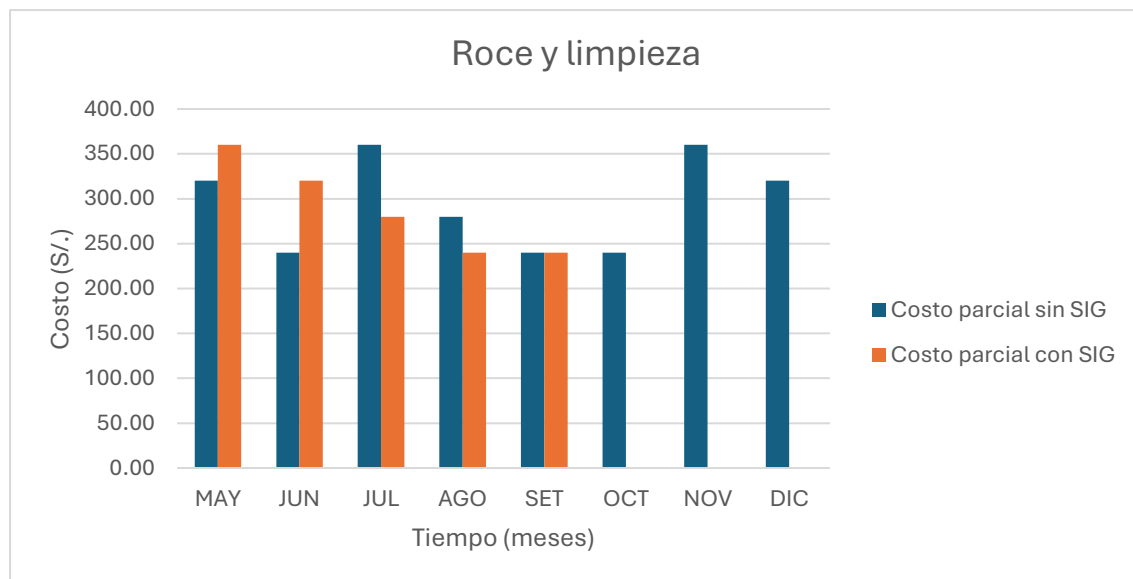
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de roce y limpieza.

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	
	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	320.00	240.00	360.00	280.00	240.00	240.00	360.00	320.00	2,360.00
Costo parcial con SIG	360.00	320.00	280.00	240.00	240.00	0.00	0.00	0.00	1,440.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Análisis de costo parcial en función del tiempo para roce y limpieza



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 20; que representa el costo parcial para la actividad de Roce y limpieza, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 2,360.00; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se requiere el monto total de S/. 1,440.00. Además, se observa en la Figura 33 que el monto incrementa para los meses de mayo y junio y disminuye en los meses de julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

4.2.9. Conservación de señales

Tabla 21

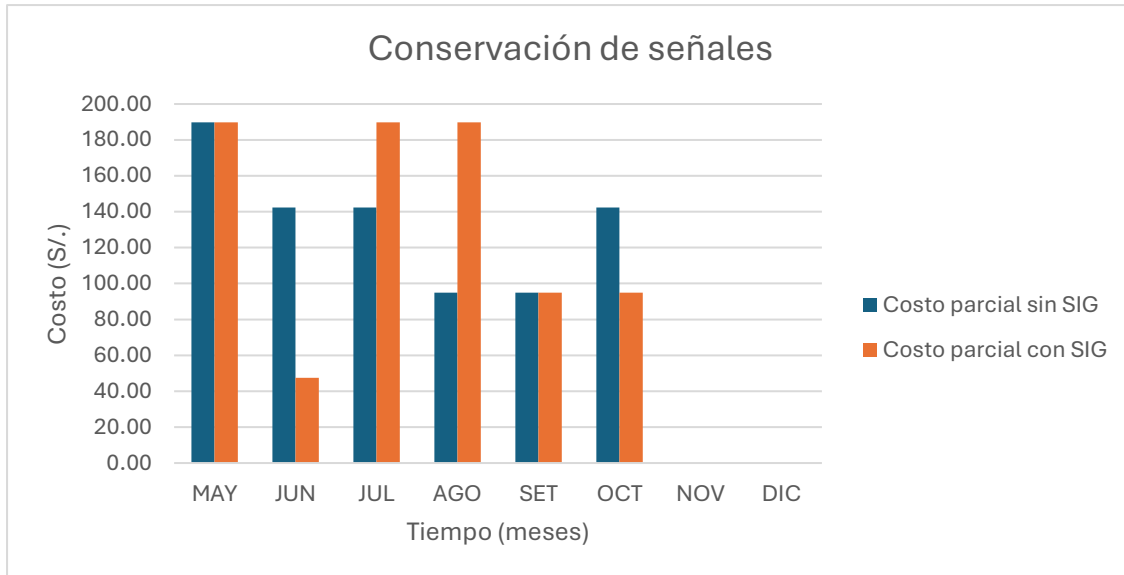
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de conservación de señales.

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	
	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	189.80	142.35	142.35	94.90	94.90	142.35	0.00	0.00	806.65
Costo parcial con SIG	189.80	47.45	189.80	189.80	94.90	94.90	0.00	0.00	806.65

Fuente: Elaboración propia

Figura 34

Análisis de costo parcial en función del tiempo para conservación de señales



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 21; que representa el costo parcial para la actividad de Conservación de señales, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 806.65; el cual es igual al costo parcial programado con SIG. Además, se observa en la Figura 34 que el costo parcial solo cambia de acuerdo al periodo de ejecución.

4.2.10. Reforestación

Tabla 22

Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de reforestación.

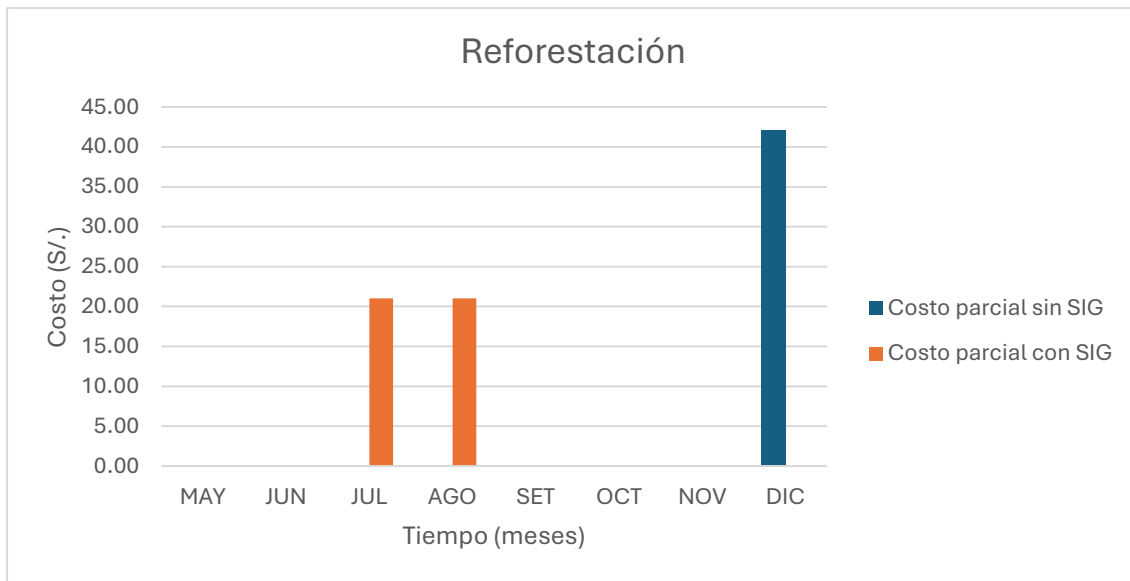
ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.00	42.00

Costo parcial con SIG	0.00	0.00	21.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.00
------------------------------	------	------	-------	-------	------	------	------	------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 35

Análisis de costo parcial en función del tiempo para reforestación



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 22; que representa el costo parcial para la actividad de Reforestación, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 42.00; el cual es igual al costo parcial programado con SIG. Además, se observa en la Figura 35 que el costo parcial solo cambia de acuerdo al periodo de ejecución.

4.2.11. Vigilancia y Control

Tabla 23

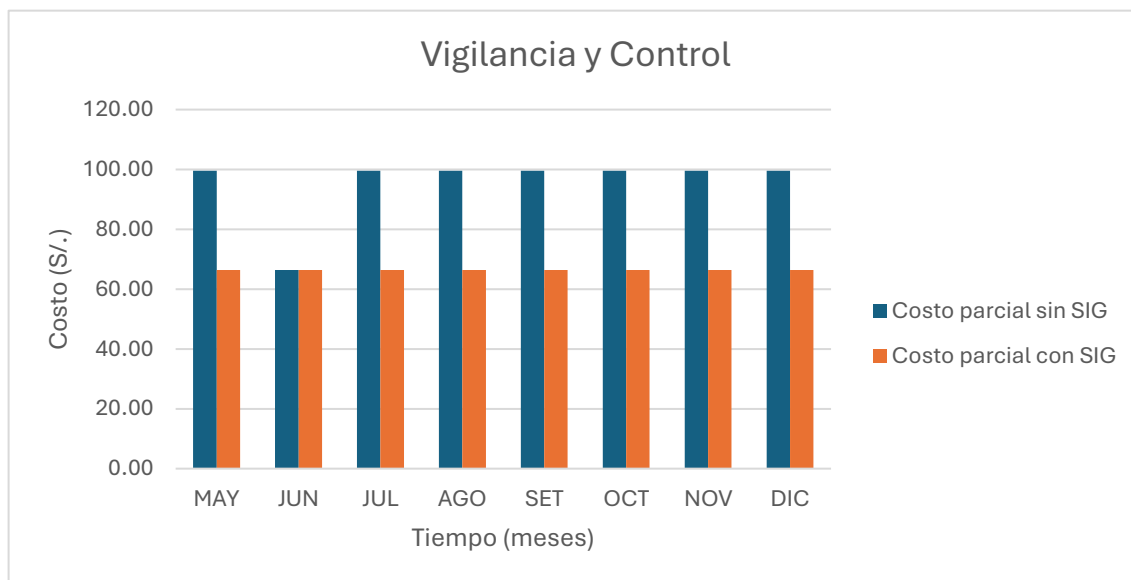
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de vigilancia y control.

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1° MES	2° MES	3° MES	4° MES	5° MES	6° MES	7° MES	8° MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	99.60	66.40	99.60	99.60	99.60	99.60	99.60	99.60	763.60
Costo parcial con SIG	66.40	66.40	66.40	66.40	66.40	66.40	66.40	66.40	531.20

Fuente: Elaboración propia

Figura 36

Análisis de costo parcial en función del tiempo para vigilancia y control



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 23; que representa el costo parcial para la actividad de Vigilancia y Control, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 763.60; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se

requiere el monto total de S/. 531.20. Además, se observa en la Figura 36 que el monto reduce y es permanente durante los 8 meses de ejecución.

4.2.12. Reparación de muros secos

Tabla 24:

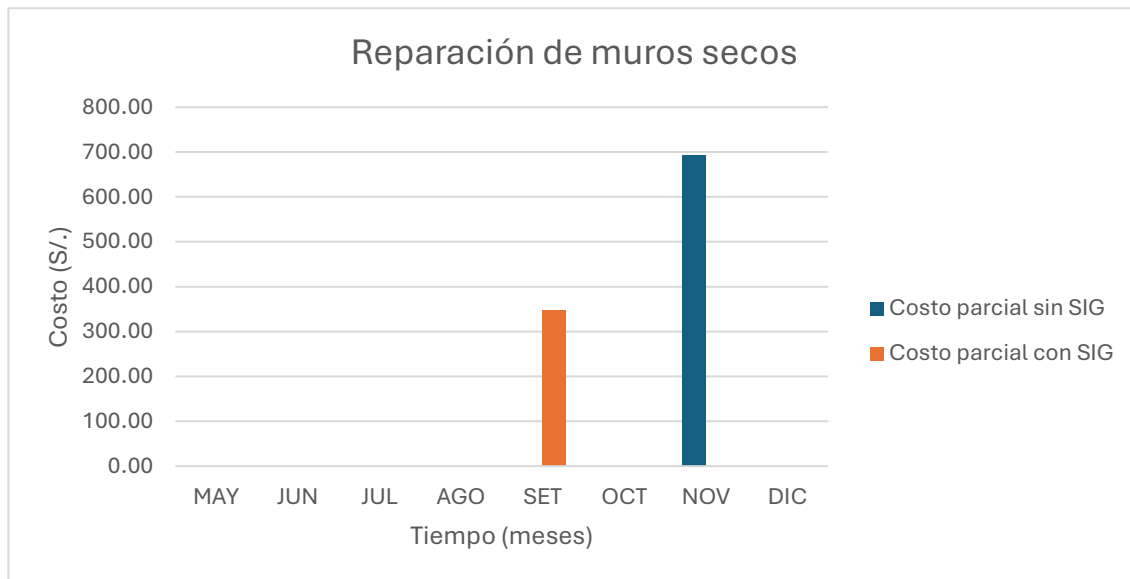
Costo parcial con SIG y sin SIG para la actividad de reparación de muros secos.

ACTIVIDAD	MESES								TOTAL
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	
	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES	
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Costo parcial sin SIG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	693.20	0.00	693.20
Costo parcial con SIG	0.00	0.00	0.00	0.00	346.60	0.00	0.00	0.00	346.60

Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Análisis de costo parcial en función del tiempo para reparación de muros secos.



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 24; que representa el costo parcial para la actividad de reparación de muros secos, se entiende que el monto total para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado S/. 693.20; el cual es mayor que el costo parcial programado con SIG en dónde se requiere el monto total de S/. 346.60. Además, se observa en la Figura 37 que el monto de la programación en setiembre con SIG es menor que el monto programado para el mes de noviembre sin SIG.

4.3. Análisis de la calidad

Se plantea responder a la segunda problemática; el cual viene a ser la calidad del servicio de mantenimiento vial rutinario del camino vecinal para el tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km. Se obtiene los resultados de un análisis comparativo para cada actividad de primera prioridad y de mayor influencia en la transitabilidad del camino, como se muestra a continuación:

4.3.1. Limpieza de Calzada

Tabla 25

Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de calzada.

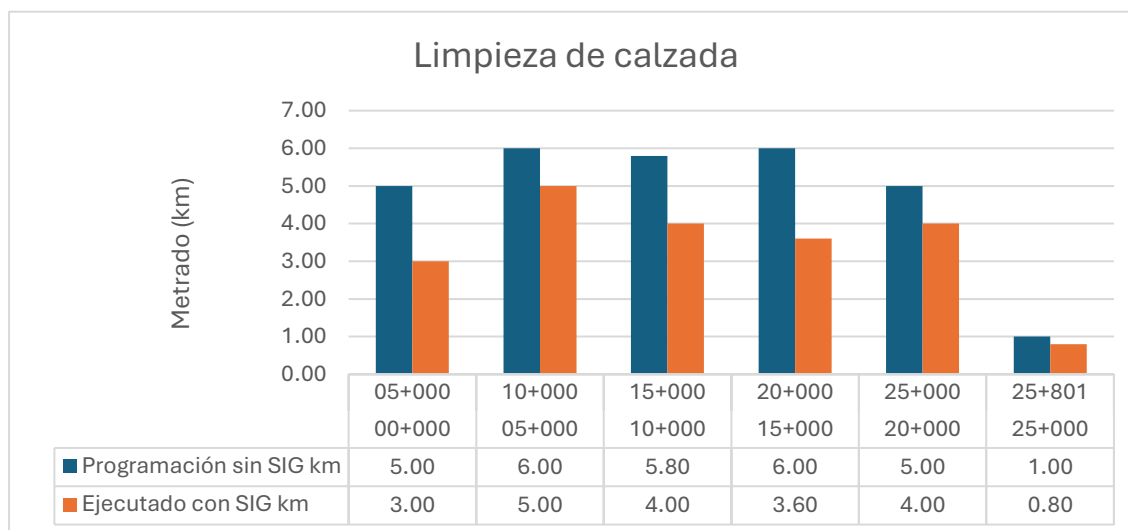
Progresiva		Programación sin SIG	Ejecutado con SIG
Del Km	Al Km	km	km
00+000	05+000	5.00	3.00
05+000	10+000	6.00	5.00
10+000	15+000	5.80	4.00

15+000	20+000	6.00	3.60
20+000	25+000	5.00	4.00
25+000	25+801	1.00	0.80
		28.80	20.40

Fuente: Elaboración propia

Figura 38

Análisis comparativo del metrado programado para limpieza de calzada sin SIG y metrado ejecutado con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 25; que representa la programación total para la actividad de limpieza de calzada, se entiende que el metrado para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado 28.8 km de limpieza de calzada para un tramo de 25.801km; el cual es mayor que el metrado ejecutado con SIG en dónde se ejecutó la limpieza de 20.4 km interviniendo las zonas necesarias del tramo. Además, se observa en la Figura 38 que el metrado ejecutado con SIG es menor al metrado programado sin SIG.

4.3.2. Bacheo

Tabla 26

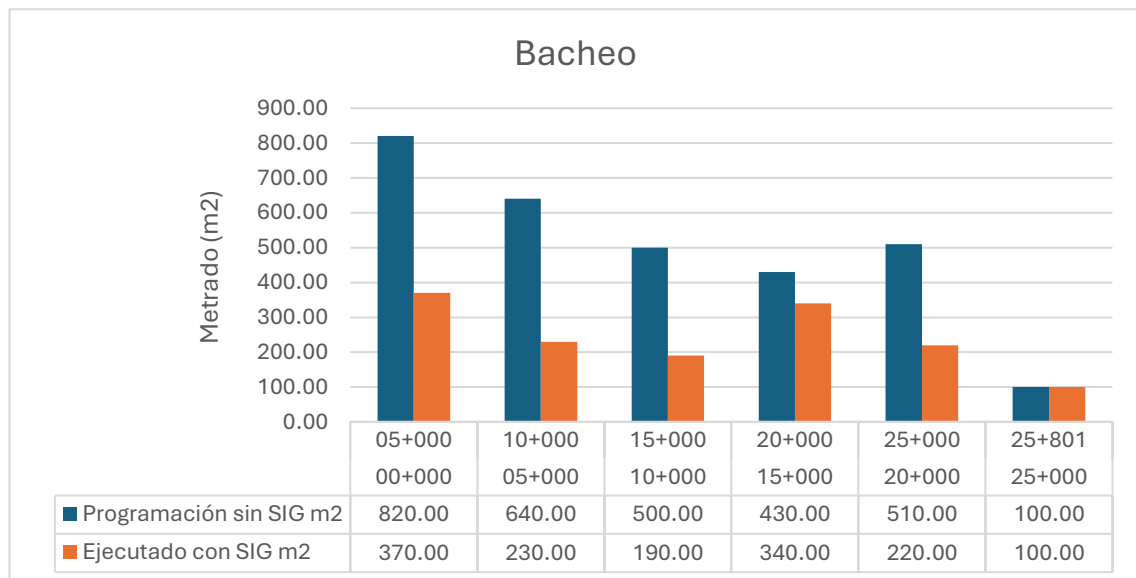
Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de bacheo

Progresiva		Programación sin SIG	Ejecutado con SIG
Del Km	Al Km	m2	m2
00+000	05+000	820.00	370.00
05+000	10+000	640.00	230.00
10+000	15+000	500.00	190.00
15+000	20+000	430.00	340.00
20+000	25+000	510.00	220.00
25+000	25+801	100.00	100.00
		3000.00	1450.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Análisis comparativo del metrado programado para bacheo sin SIG y metrado ejecutado con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 26; que representa la programación total para la actividad de bacheo, se entiende que el metrado para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado 3000.0 m² de bacheo para un tramo de 25.801km; el cual es mayor que el metrado ejecutado con SIG en dónde se ejecutó la limpieza de 1450.0 m² interviniendo las zonas necesarias del tramo. Además, se observa en la Figura 39 que el metrado ejecutado con SIG es menor al metrado programado sin SIG.

4.3.3. Remoción de derrumbes

Tabla 27

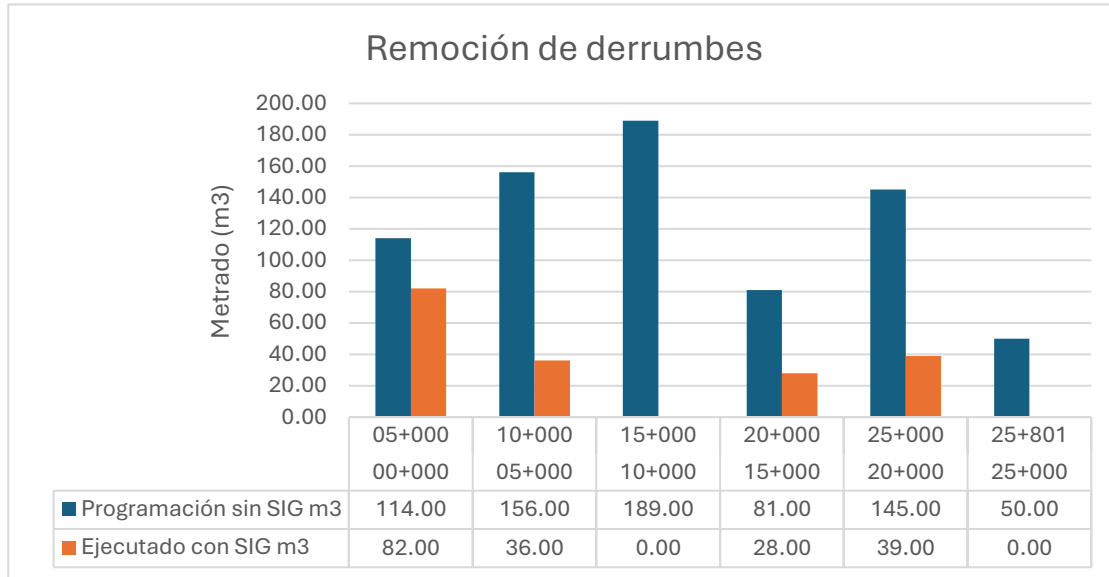
Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de remoción de derrumbes

Progresiva		Programación sin SIG	Ejecutado con SIG
Del Km	Al Km	m ³	m ³
00+000	05+000	114.00	82.00
05+000	10+000	156.00	36.00
10+000	15+000	189.00	0.00
15+000	20+000	81.00	28.00
20+000	25+000	145.00	39.00
25+000	25+801	50.00	0.00
		735.00	185.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 40

Análisis comparativo del metrado programado para remoción de derrumbes sin SIG y metrado ejecutado con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 27; que representa la programación total para la actividad de remoción de derrumbes, se entiende que el metrado para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado 735.0 m³ de derrumbes a limpiar para un tramo de 25.801km; el cual es mayor que el metrado ejecutado con SIG en dónde se ejecutó la remoción de 185.0 m³ de derrumbes interviniendo las zonas necesarias del tramo. Además, se observa en la Figura 40 que el metrado ejecutado con SIG es menor al metrado programado sin SIG.

4.3.4. Limpieza de cuneta

Tabla 28

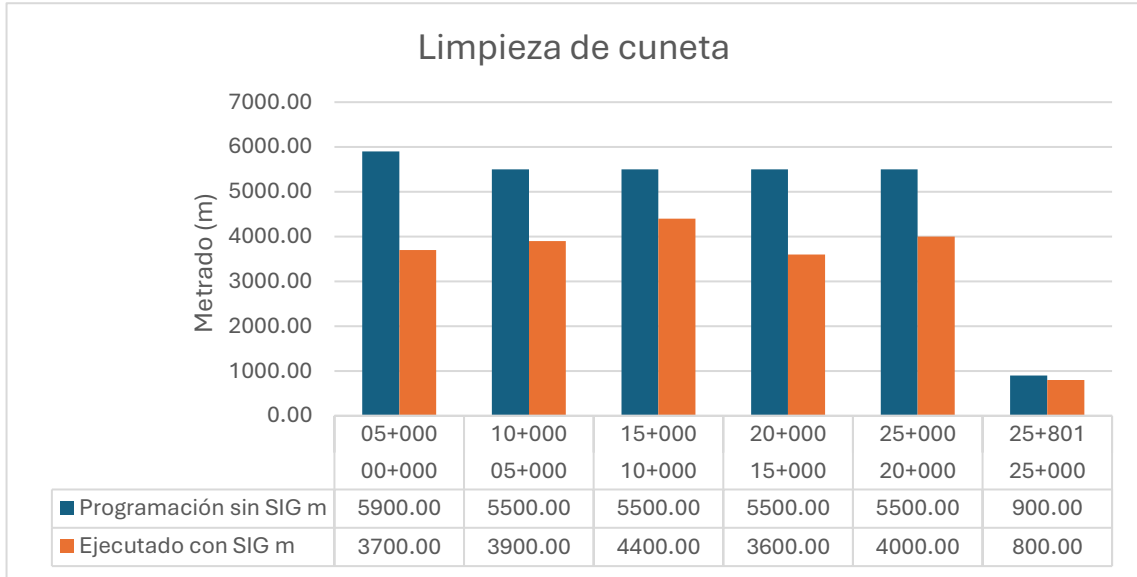
Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de limpieza de cuneta

Progresiva		Programación sin SIG	Ejecutado con SIG
Del Km	Al Km	m	m
00+000	05+000	5900.00	3700.00
05+000	10+000	5500.00	3900.00
10+000	15+000	5500.00	4400.00
15+000	20+000	5500.00	3600.00
20+000	25+000	5500.00	4000.00
25+000	25+801	900.00	800.00
		28800.00	20400.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 41

Análisis comparativo del metrado programado para limpieza de cuneta sin SIG y metrado ejecutado con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 28; que representa la programación total para la actividad de limpieza de cuneta, se entiende que el metrado para la actividad sin emplear el software SIG da como resultado 28,800.0 m de limpieza de cuneta para un tramo de 25.801km; el cual es mayor que el metrado ejecutado con SIG en dónde se ejecutó la limpieza de 20,400.0 m de cuneta interviniendo las zonas necesarias del tramo. Además, se observa en la Figura 41 que el metrado ejecutado con SIG es menor al metrado programado sin SIG.

4.3.5. Reparación de muro seco

Tabla 29

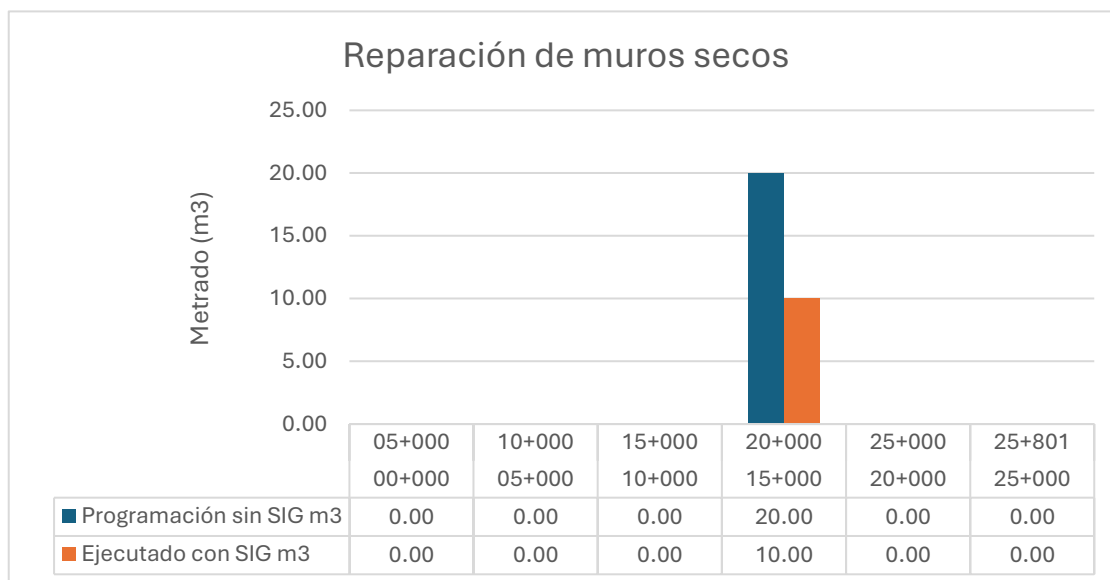
Programación total con SIG y sin SIG para la actividad de reparación de muros secos.

Progresiva		Programación sin SIG	Ejecutado con SIG
Del Km	Al Km	m3	m3
00+000	05+000	0.00	0.00
05+000	10+000	0.00	0.00
10+000	15+000	0.00	0.00
15+000	20+000	20.00	10.00
20+000	25+000	0.00	0.00
25+000	25+801	0.00	0.00
		20.00	10.00

Fuente: Elaboración propia

Figura 42

Análisis comparativo del metrado programado para reparación de muros secos sin SIG y metrado ejecutado con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 29; que representa la programación total para la actividad de remoción de derrumbes, se entiende que el metrado para la actividad sin emplear el software SIG da

como resultado 20.0 m³ de reparación de muros secos para un tramo de 25.801km dentro de la progresiva 15+000 al 20+000; el cual es mayor que el metrado ejecutado con SIG en dónde se ejecutó la reparación de 10.0 m³ de muros seos interviniendo las zonas necesarias del tramo dentro de la progresiva 15+000 al 20+000. Además, se observa en la Figura 42 que el metrado ejecutado con SIG es menor al metrado programado sin SIG.

4.4. Análisis del presupuesto

4.4.1. Costo Directo

Tabla 30

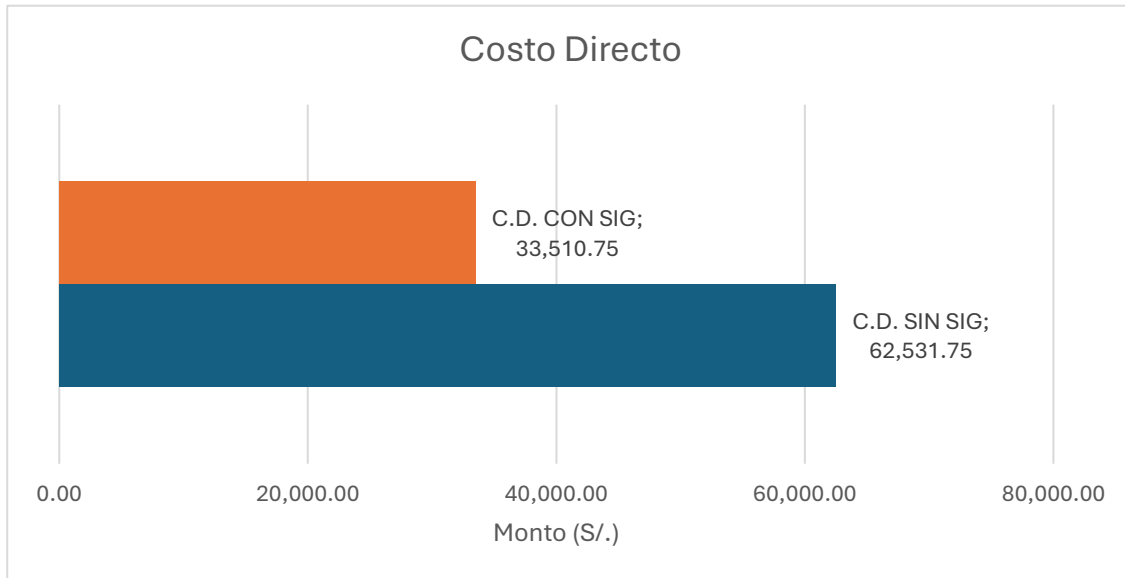
Costo directo del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	COSTO	COSTO
			SIN SIG	CON SIG
MR-100	CONSERVACION DE CALZADA			
MR-101	Limpieza de Calzada	km	5,990.40	4,243.20
MR-102	Bacheo	m2	25,740.00	12,441.00
MR-103	Desquinche	m3	2,204.80	832.00
MR-104	Remoción de Derrumbes	m3	10,187.10	2,564.10
MR-200	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE			
MR-201	Limpieza de Cunetas	ml	9,792.00	6,936.00
MR-202	Limpieza de Alcantarilla	und	3,619.20	2,995.20
MR-203	Limpieza de Badén	m2	332.80	332.80
MR-300	CONTROL DE VEGETACIÓN			
MR-301	Roce y Limpieza	m2	2,360.00	1,440.00
MR-400	SEGURIDAD VIAL			
MR-401	Conservación de Señales	und	806.65	806.65
MR-500	MEDIO AMBIENTE			
MR-501	Reforestación	und	42.00	42.00
MR-600	VIGILANCIA Y CONTROL VIAL			
MR-601	Vigilancia y Control	km	763.60	531.20
MR-700	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS			
MR-701	Reparación de Muros Secos	m3	693.20	346.60
	COSTO DIRECTO		62,531.75	33,510.75

Fuente: Elaboración propia

Figura 43

Análisis del costo directo sin SIG y con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 30; que representa el costo directo del presupuesto total, se entiende que el costo directo sin emplear el software SIG da como resultado el monto de S/. 62,531.75 para el tramo de 25.801 km y el costo directo con SIG representa el monto de S/. 33,510.75. La diferencia de ambos es S/. 29,000.00. Además, se observa en la Figura 43 que el costo directo sin SIG es mayor al costo directo con SIG.

4.4.2. Costo Indirecto

Tabla 31

Costo Indirecto del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG.

RESUMEN SIN SIG	
TIPO DE CAMINO	IIB
ASESORIA CONTABLE	2,100.00

JEFE DE MANTENIMIENTO	24,000.00
GESTIÓN	2,580.00
ADMINISTRATIVA	
ALQUILER DE LOCAL	1,200.00
POLIZAS Y SEGUROS	7,141.04
UNIFORME Y OTROS	10,595.58
TOTAL S/.	47,616.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

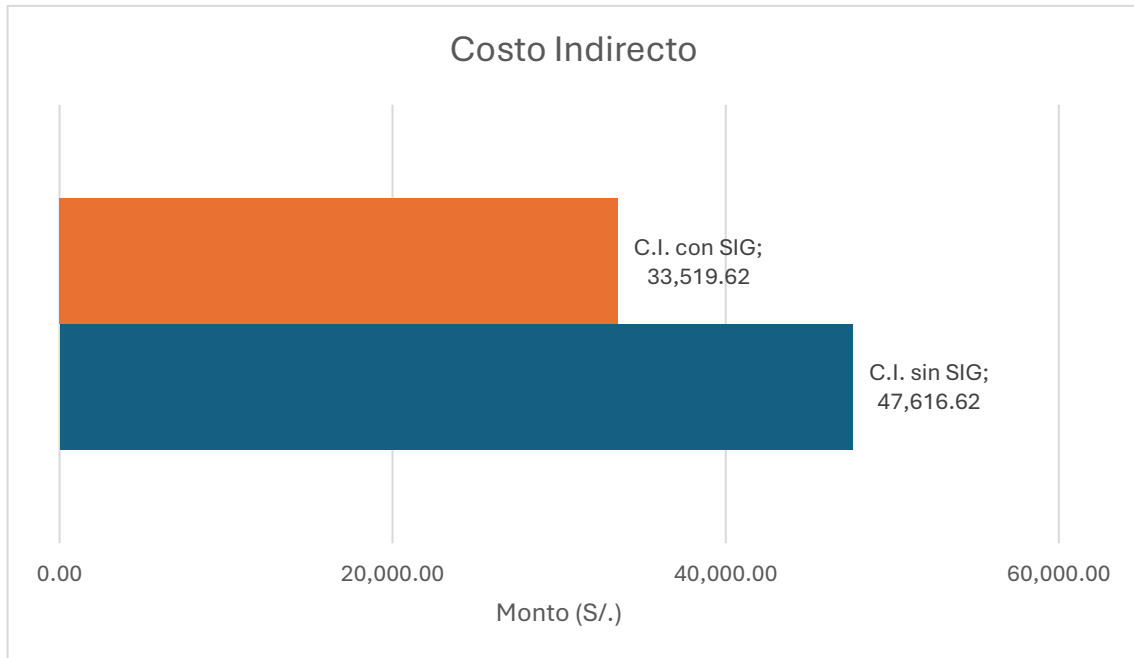
Costo Indirecto del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario con SIG.

RESUMEN CON SIG	
TIPO DE CAMINO	IIB
ASESORIA CONTABLE	1,500.00
JEFE DE MANTENIMIENTO	15,000.00
GESTIÓN	
ADMINISTRATIVA	1,911.00
ALQUILER DE LOCAL	750.00
POLIZAS Y SEGUROS	4,873.04
UNIFORME Y OTROS	9,485.58
TOTAL S/.	33,519.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Análisis del costo indirecto sin SIG y con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 31; que representa el costo indirecto del presupuesto total para el mantenimiento sin SIG, se entiende que el costo indirecto da como resultado el monto de S/. 47,616.62 para el tramo de 25.801 km y de la Tabla 32; que representa el costo indirecto del presupuesto para el mantenimiento del tramo con SIG representa el monto de S/. 33,519.62. La diferencia de ambos es de S/. 14,097.00. Además, se observa en la Figura 44 que el costo indirecto sin SIG es mayor al costo indirecto con SIG.

4.4.3. Utilidades

Tabla 33

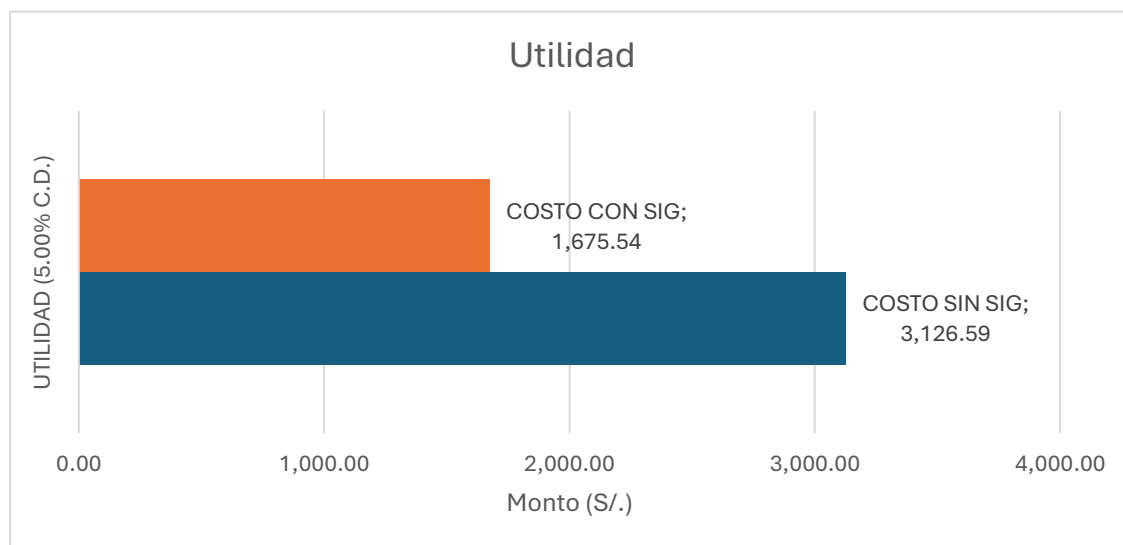
Utilidades del Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.

PRESUPUESTO	COSTO SIN SIG	COSTO CON SIG
COSTO DIRECTO	62,531.75	33,510.75
COSTO INDIRECTO	47,616.62	33,519.62
UTILIDAD (5.00% C.D.)	3,126.59	1,675.54

Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Análisis de la utilidad del presupuesto sin SIG y con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 33; que representa la utilidad del presupuesto total para el mantenimiento sin SIG, se entiende que la utilidad da como resultado el monto de S/. 3,126.59 para el tramo de 25.801 km y el costo indirecto del presupuesto para el mantenimiento del tramo con SIG representa el monto de S/. 1,675.54. La diferencia de

ambos es de S/. 1,451.05. Además, se observa en la Figura 45 que la utilidad sin SIG es mayor a la utilidad con SIG.

4.4.4. Del presupuesto total

Tabla 34

Presupuesto General para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	COSTO	COSTO
			SIN SIG	CON SIG
MR-100	CONSERVACION DE CALZADA			
MR-101	Limpieza de Calzada	km	5,990.40	4,243.20
MR-102	Bacheo	m2	25,740.00	12,441.00
MR-103	Desquinche	m3	2,204.80	832.00
MR-104	Remoción de Derrumbes	m3	10,187.10	2,564.10
MR-200	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE			
MR-201	Limpieza de Cunetas	ml	9,792.00	6,936.00
MR-202	Limpieza de Alcantarilla	und	3,619.20	2,995.20
MR-203	Limpieza de Badén	m2	332.80	332.80
MR-300	CONTROL DE VEGETACIÓN			
MR-301	Roce y Limpieza	m2	2,360.00	1,440.00
MR-400	SEGURIDAD VIAL			
MR-401	Conservación de Señales	und	806.65	806.65

MR-500	MEDIO AMBIENTE			
MR-501	Reforestación	und	42.00	42.00
MR-600	VIGILANCIA Y CONTROL VIAL			
MR-601	Vigilancia y Control	km	763.60	531.20
MR-700	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS			
MR-701	Reparación de Muros Secos	m3	693.20	346.60
	COSTO DIRECTO		62,531.75	33,510.75
	COSTO INDIRECTO		47,616.62	33,519.62
	UTILIDAD (5.00% C.D.)		3,126.59	1,675.54
	SUB TOTAL		113,274.95	68,705.90
	IMPUESTO GENERAL A LA VENTA (18.00% IGV)		20,389.49	12,367.06
	COSTO DEL SERVICIO		133,664.45	81,072.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

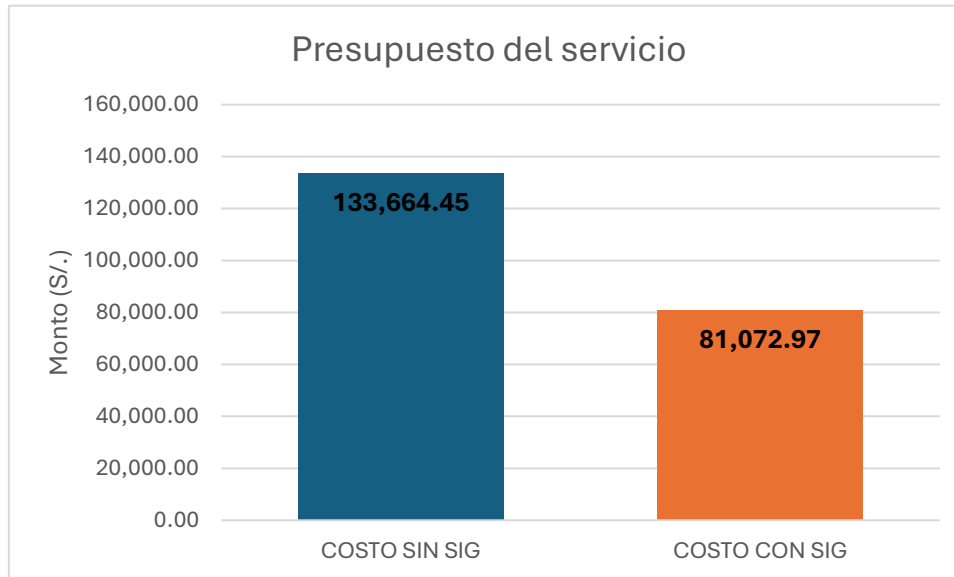
Presupuesto para el servicio de mantenimiento rutinario sin SIG y con SIG.

PRESUPUESTO	COSTO SIN SIG	COSTO CON SIG
COSTO DIRECTO	62,531.75	33,510.75
COSTO INDIRECTO	47,616.62	33,519.62
UTILIDAD (5.00% C.D.)	3,126.59	1,675.54
SUB TOTAL	113,274.95	68,705.90
IMPUESTO GENERAL A LA VENTA (18.00% IGV)	20,389.49	12,367.06
COSTO DEL SERVICIO	133,664.45	81,072.97

Fuente: Elaboración propia

Figura 46

Análisis del presupuesto sin SIG y con SIG



Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 34; que representa el presupuesto general para el mantenimiento, se observa el costo para todas las actividades que incluyen el servicio. De la Tabla 35; se observa el presupuesto para la ejecución del mantenimiento de camino vecinal, tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)- HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km, en donde se observa el costo sin usar el software SIG para la programación es de S/. 133,664.45 y el costo de ejecución del servicio siguiendo la programación con apoyo del software SIG es de S/. 81,072.97. La diferencia del presupuesto resulta de S/. 52,591.48. Además, se observa en la Figura 46 que el costo del servicio sin SIG es mayor al costo del servicio con SIG.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Luego de haber evaluado los resultados del presente trabajo de investigación, sobre la optimización de caminos vecinales no pavimentados, tramo: EMP. PE-3N (PAMPAS)-HUACORA – HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25.801 km con SIG, enfoque en terreno y clima, se llegó a la parte final del Capítulo 5 de conclusiones, detallando la conclusión para cada enfoque abarcado, el cuál consta en una mejora significativa en la gestión de recursos y el servicio brindado.

- Con respecto al primer enfoque del trabajo desarrollado con respecto a la variable del tiempo, las actividades ejecutadas en el servicio de mantenimiento vial rutinario empleando el Software SIG redujo los meses de ejecución principalmente en las actividades de primera prioridad. Luego de la planificación, se aplicó en campo la distribución de actividades reprogramadas con SIG, se realizó la verificación en campo y gabinete en el cumplimiento de las especificaciones técnicas con el fin de terminar las actividades programadas con un margen de tolerancia aceptable. Para una programación de 8 meses se obtuvo la reducción de tiempo de ejecución en 2 meses para las actividades de bacheo, remoción de derrumbes, limpieza de cuneta y limpieza de calzada.
- Con respecto al segundo enfoque desarrollado en el trabajo de investigación sobre el costo del servicio, cada actividad se analizó de manera independiente. El metrado programado sin SIG y con SIG tuvieron una diferencia notoria en las actividades de primera prioridad, en donde su ejecución depende de las

condiciones del terreno y las implicaciones que tiene el clima en las temporadas secas y de mayor precipitación. La implementación con el software SIG contribuyó a intervenir el tramo de estudio en el momento óptimo asegurando que el servicio final se cumpla y se emplee menor cantidad de recursos evitando la intervención repetida atendiendo casos de emergencia vial no previstos.

Luego de analizar los resultados obtenidos se concluyó que las actividades con mayor margen en el costo del servicio fueron la actividad de bacheo, desquinche y remoción de derrumbes, el costo para actividad es menos del 50% del costo proyectado sin emplear el software SIG.

- Con respecto al tercer enfoque sobre la calidad del servicio, en el camino vecinal desarrollado en el trabajo de investigación, se dividió el tramo en 6 partes para una mejor evaluación. Se definió del km 00+000 al km 10+000 y del km 15+000 al km 25+000 como los sectores con mayor intervención. Luego de ejecutar los metrados programados con el software SIG, se aplicó en campo interviniendo las zonas con mayor probabilidad de incidencias, al finalizar el contrato para el mes de diciembre no hubo ninguna actividad de emergencia vial que perjudique el tránsito y que a su vez se vea afectado por las continuas precipitaciones del mes. Siendo concluyente y aceptable el servicio brindado.
- Con respecto al cuarto enfoque para el presente trabajo de investigación, el cual tiene como objetivo principal la gestión del presupuesto total. El análisis desarrollado para el servicio total fue favorable para la empresa. El presupuesto previsto para el servicio durante el periodo contractual disminuye al menos en un 40% luego de haber realizado la reprogramación con SIG y haberlo aplicado en campo en todo el periodo de ejecución.

Recomendaciones

De acuerdo al análisis desarrollado para el presente trabajo de investigación, se recomienda los siguientes puntos:

- De acuerdo al primer enfoque sobre la variable del tiempo, se sugiere que antes de planificar y programar las actividades de mantenimiento vial rutinario, se identifique los meses críticos en donde la precipitación pluvial es mayor y es un factor que no permitirá ejecutar el mismo metrado o el mismo rendimiento previsto.
- De acuerdo al segundo enfoque dirigido al costo del servicio, se debe tener en cuenta la importancia de cada actividad antes de decidir reducir la cantidad de veces a ejecutar. Ya que el mantenimiento de caminos vecinales es un servicio que se desarrolla de manera rutinaria y mensual, se recomienda reprogramar las actividades según su prioridad y realizar las simulaciones con los mayores valores de precipitación para que la programación se ajuste mejor a la realidad.
- De acuerdo al tercer enfoque sobre la calidad, el Instituto Vial Provincial y Provias Descentralizado cuentan con un monitoreo constante y la tolerancia para cada actividad a ejecutar, es importante que la reprogramación y las simulaciones den valores cercanos a la realidad del proyecto y sean bien sustentadas en el plan de trabajo previo a la ejecución del servicio, así se podrá medir la tolerancia y la calidad del servicio con el nuevo ajuste. Se recomienda dividir en sectores de intervención para las zonas que son más susceptibles a deslizamientos y erosiones y las zonas con mayor transitabilidad para generar un equilibrio en el servicio.
- De acuerdo al cuarto enfoque sobre el presupuesto total, se recomienda prever en los costos indirectos por el tiempo total del contrato para dicho servicio, y los

gastos para la contratación de mano de obra no calificada, ya que este tipo de servicios no se pueden ejecutar con el apoyo de maquinaria pesada y requieren netamente el trabajo del personal de servicio. Los recursos usados para ejecutar el servicio dependerá de la cantidad de intervenciones realizadas en un mismo sector, la repetición de la progresiva intervenida es la causal de un mayor presupuesto.

REFERENCIAS

- Chang, T., Tsou, M. H., & Wang, H. (2022). Geospatial Technology and Spatial Decision Support Systems: A Review. *Journal of Geographical Systems*, 24(1), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10109-021-00385-2>
- Congreso de la República del Perú. (2005). *Ley N° 28611, Ley General del Ambiente*. <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/150499-ley-general-del-ambiente>
- Cruz, J., Martínez, A., & López, J. (2020). *Mantenimiento preventivo de calzadas y su impacto en la infraestructura vial*. *Revista de Ingeniería Civil*, 12(3), 15-28. <https://doi.org/10.1016/jric.2020.12.3.15>
- Cruz, J., Martínez, A., & Salazar, R. (2020). *Evaluación del estado vial y su impacto en el desarrollo regional*. *Revista de Ingeniería Civil*, 15(2), 25-40. <https://doi.org/10.1016/jric.2020.15.2.25>
- Díaz, M., Gómez, A., & López, R. (2020). *Normas para el mantenimiento de infraestructuras viales*. *Revista de Ingeniería Civil*, 15(3), 45-60. <https://doi.org/10.1016/jric.2020.15.3.45>
- Fernández, A. (2018). *Transparencia y rendición de cuentas en la gestión pública*. *Revista de Administración Pública*, 32(1), 45-60. <https://doi.org/10.1016/jrap.2018.32.1.45>
- Fernández, P., Martínez, R., & Silva, A. (2023). *Financiamiento del mantenimiento vial en Perú: un análisis de la sostenibilidad*. *Journal of Transport Economics*, 11(4), 89-102. <https://doi.org/10.1016/jjte.2023.11.4.89>
- Fernández, R. (2020). *Evaluación del impacto climático en la infraestructura vial*. *Revista de Ingeniería Civil*, 18(3), 45-60. <https://doi.org/10.1016/rci.2020.18.3.45>

- Fernández, R. (2020). *Tecnologías emergentes en el mantenimiento de infraestructuras viales: SIG y sensores remotos*. Journal of Geographic Information Systems, 8(3), 102-116. <https://doi.org/10.1016/jgis.2020.8.3.102>
- García, M. (2018). *SIG aplicados a la gestión de caminos rurales: Una herramienta para la optimización*. Revista de Ingeniería y Gestión Territorial, 12(1), 45-60. <https://doi.org/10.5678/rigt.2018.12.1.45>
- García, M. (2019). *Gestión de emergencias viales en zonas montañosas: Enfoque en derrumbes*. Revista de Ingeniería Civil, 12(3), 78-90. <https://doi.org/10.1234/ric.2019.12.3.78>
- García, M., López, A., & Pérez, T. (2020). *El reglamento de contrataciones del Estado: Análisis y aplicación práctica*. Revista de Administración Pública, 45(2), 78-89. <https://doi.org/10.1234/rap.2020.45.2.78>
- García, M., Hernández, F., & López, J. (2019). *Participación comunitaria en la gestión de infraestructura*. Journal of Community Development, 10(1), 15-30. <https://doi.org/10.1016/jjcd.2019.10.1.15>
- García, M., Hernández, F., & Ramírez, T. (2020). *Impacto del clima en el deterioro de calzadas*. Journal of Transportation Engineering, 9(2), 95-110. <https://doi.org/10.1016/jjte.2020.9.2.95>
- Gómez, A. (2019). *Mantenimiento vial en infraestructuras rurales: Retos y soluciones*. Journal of Civil Engineering, 14(3), 123-136. <https://doi.org/10.1234/jce.2019.14.3.123>
- Gómez, A. (2020). *La importancia de los caminos vecinales en el desarrollo rural*. Journal of Infrastructure and Development, 15(3), 87-98. <https://doi.org/10.1234/jid.2020.15.3.87>
- Gómez, A. (2021). *Evaluación económica en proyectos de infraestructura vial*. Journal of Infrastructure Engineering, 12(3), 45-60. <https://doi.org/10.5678/jie.2021.12.3.45>

- Gómez, A., & Ramírez, M. (2021). *Costo-beneficio de intervenciones en caminos rurales*. Revista de Ingeniería Civil, 15(2), 87-98. <https://doi.org/10.1234/ric.2021.15.2.87>
- González, A. (2019). Impacto ambiental del mantenimiento de caminos rurales. Ediciones Sostenibles.
- González, J. (2020). *Gestión del mantenimiento vial: Enfoque en caminos rurales*. Revista de Ingeniería Civil, 14(3), 50-61. <https://doi.org/10.1234/ric.2020.14.3.50>
- González, J., López, A., & Martínez, T. (2021). Especificaciones técnicas en la construcción de infraestructuras: Guía práctica. Revista de Ingeniería Civil, 16(1), 15-25. <https://doi.org/10.1234/ric.2021.16.1.15>
- González, J., López, A., & Ramírez, T. (2020). *Diseño de planes de mantenimiento para infraestructura vial: Una guía práctica*. Revista de Ingeniería Civil, 15(2), 27-38. <https://doi.org/10.1234/ric.2020.15.2.27>
- González, J., Martínez, A., & López, S. (2021). *Impacto de las condiciones climáticas en la infraestructura vial*. Revista de Ingeniería Civil, 16(1), 35-47. <https://doi.org/10.1234/ric.2021.16.1.35>
- González, J., Martínez, A., & López, S. (2021). *Técnicas avanzadas para el control de baches en infraestructuras viales*. Revista de Ingeniería Civil, 16(1), 45-58. <https://doi.org/10.1234/ric.2021.16.1.45>
- González, J., Martínez, A., & López, S. (2021). *Técnicas para la estabilización de taludes y remoción de derrumbes*. Journal of Civil Engineering, 18(2), 45-58. <https://doi.org/10.5678/jce.2021.18.2.45>
- González, J., Martínez, A., & Rojas, L. (2019). *Análisis de costos en el mantenimiento de infraestructuras viales*. Revista de Ingeniería Civil, 15(3), 45-56. <https://doi.org/10.1234/ric.2019.15.3.45>

- González, L., Martínez, A., & López, J. (2020). *La relación entre infraestructura vial y desarrollo económico*. Journal of Economic Development, 25(4), 78-92.
<https://doi.org/10.1016/jjed.2020.25.4.78>
- González, L., Pérez, M., & Rojas, A. (2020). *Impactos climáticos en infraestructuras: Análisis y soluciones*. Editorial Medio Ambiente.
- González, M. (2019). *Financiamiento de proyectos de infraestructura: Desafíos y oportunidades*. Journal of Infrastructure Economics, 15(2), 112-126.
<https://doi.org/10.1016/jjie.2019.15.2.112>
- González, M., Ruiz, S., & López, J. (2021). The Role of GIS in Sustainable Urban Planning: Challenges and Opportunities. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102813.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102813>
- González, M., Sánchez, P., & López, R. (2020). Conservación de infraestructuras rurales: Retos y oportunidades. Editorial Innovación.
- González, R., Martínez, F., & Ramírez, T. (2021). *Impacto de las normas de mantenimiento en la seguridad vial*. Journal of Transportation Engineering, 10(2), 115-130.
<https://doi.org/10.1016/jjte.2021.10.2.115>
- González, R., Pérez, L., & Ramírez, T. (2020). *Impacto del estado vial en la salud pública*. Journal of Public Health, 12(3), 145-160. <https://doi.org/10.1016/jjph.2020.12.3.145>
- Gutiérrez, F. (2019). *Uso de tecnologías SIG en la planificación del mantenimiento vial*. Revista de Ingeniería Geotécnica, 22(1), 110-122.
<https://doi.org/10.5678/rig.2019.22.1.110>
- Gutiérrez, F. (2021). *Tecnologías sostenibles en el mantenimiento de caminos vecinales*. Revista de Ingeniería Rural, 22(1), 110-120. <https://doi.org/10.5678/rir.2021.22.1.110>
- Gutiérrez, P. (2019). *Gestión de costos en el mantenimiento vial de caminos no pavimentados*. Journal of Civil Engineering, 10(4), 110-120. <https://doi.org/10.5678/jce.2019.10.4.110>

- Gutiérrez, P. (2021). *Aplicaciones del SIG en la planificación vial: Un enfoque práctico*. Revista de Ingeniería Civil, 29(2), 75-88. <https://doi.org/10.1016/ric.2021.29.2.75>
- Hernández, A. (2021). Caminos rurales: Infraestructura y desarrollo. Revista de Transporte y Territorio, 14(1), 33-49. <https://doi.org/10.1234/revtranterr.14.1.33>
- Hernández, S. (2020). *Uso de SIG en la evaluación del estado vial*. Journal of Geographic Information Systems, 8(4), 105-120. <https://doi.org/10.1016/jjgis.2020.8.4.105>
- Hernández, S., Pérez, L., & Ramírez, J. (2020). *Análisis de daños en la calzada por condiciones climáticas*. Revista de Geotecnia, 15(4), 30-45. <https://doi.org/10.1016/jrg.2020.15.4.30>
- Huang, C., Zhang, X., & Cheng, H. (2019). An Integrated Approach to Assess Infrastructure Resilience Using GIS. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.04.011>
- Liu, Y., Wang, Y., & Wang, Z. (2020). GIS-Based Framework for Urban Infrastructure Planning. *Urban Planning International*, 35(3), 31-41. <https://doi.org/10.22217/upi.2020.3.02>
- López, A., & González, J. (2022). *La fiscalización en las contrataciones públicas: Un enfoque desde la normativa peruana*. Revista de Gestión Pública, 30(1), 50-61. <https://doi.org/10.5678/rgp.2022.30.1.50>
- López, A., & Martínez, J. (2021). *Estrategias de mantenimiento vial: Fundamentos y aplicaciones*. Revista de Obras Públicas, 31(4), 50-61. <https://doi.org/10.5678/rop.2021.31.4.50>
- López, A., Martínez, J., & Ramírez, T. (2020). *Fundamentos de las especificaciones técnicas en proyectos de infraestructura*. Revista de Obras Públicas, 30(3), 35-48. <https://doi.org/10.5678/rop.2020.30.3.35>

- López, A., & Ramírez, T. (2019). *El mantenimiento de carreteras: Estrategias para la gestión de baches*. Revista de Obras Públicas, 28(4), 70-82.
<https://doi.org/10.5678/rop.2019.28.4.70>
- López, A., Ramírez, T., & González, M. (2022). *Optimización de recursos en el mantenimiento vial: Una guía práctica*. Instituto de Estudios Viales.
- López, A., Ramírez, T., & Pérez, M. (2021). *Drenaje y seguridad en carreteras: Importancia del mantenimiento de cunetas*. Revista de Obras Públicas, 29(2), 70-82.
<https://doi.org/10.5678/rop.2021.29.2.70>
- López, A., Ramírez, T., & Pérez, M. (2021). *Manejo de riesgos geotécnicos en carreteras: Aplicación de tecnologías modernas*. Revista de Obras Públicas, 29(2), 70-82.
<https://doi.org/10.5678/rop.2021.29.2.70>
- López, A., Ramírez, T., & Torres, S. (2020). *Condiciones climáticas y su influencia en el mantenimiento de carreteras*. Revista de Obras Públicas, 30(3), 60-72.
<https://doi.org/10.5678/rop.2020.30.3.60>
- López, J. (2019). *Condiciones geográficas y su impacto en la infraestructura vial rural*. Revista de Ingeniería Civil, 17(4), 125-138. <https://doi.org/10.1234/ric.2019.17.4.125>
- López, J. (2019). *Monitoreo de caminos rurales mediante SIG y drones: Caso de estudio en zonas montañosas*. Journal of Infrastructure and Maintenance, 15(4), 130-144.
<https://doi.org/10.5678/jim.2019.15.4.130>
- López, J. (2021). *Inflación y su impacto en proyectos de infraestructura vial a largo plazo*. Revista de Economía Aplicada, 23(1), 70-85. <https://doi.org/10.1234/rea.2021.23.1.70>
- López, J., & Ramírez, M. (2020). *Optimización de recursos en el mantenimiento vial: Un enfoque integral*. Revista de Obras Públicas, 26(2), 78-89.
<https://doi.org/10.1234/rop.2020.26.2.78>

- Maldonado, A. (2020). *Innovaciones tecnológicas en la gestión de infraestructura vial*. Revista de Tecnología y Transportes, 22(2), 88-101. <https://doi.org/10.1016/rtrtrans.2020.22.2.88>
- Maldonado, J. (2019). *Tecnologías de información y gestión de recursos*. Revista de Tecnología y Gestión, 22(3), 90-104. <https://doi.org/10.1016/jtgm.2019.22.3.90>
- Martínez, A. (2019). *Políticas de mantenimiento de infraestructura vial en países en desarrollo*. Revista de Transporte y Tecnología, 21(1), 23-37. <https://doi.org/10.1016/rtt.2019.21.1.23>
- Martínez, A. (2020). *Planificación vial optimizada mediante sistemas de información geográfica*. Revista de Tecnología Aplicada, 10(2), 85-98. <https://doi.org/10.1016/rta.2020.10.2.85>
- Martínez, A., & López, J. (2019). *Identificación de daños en infraestructuras viales*. Journal of Civil Engineering, 7(1), 10-20. <https://doi.org/10.1016/jjce.2019.7.1.10>
- Martínez, J., & Gutiérrez, F. (2020). *Prevención de derrumbes en infraestructuras viales mediante SIG y sensores de alerta temprana*. Revista de Ingeniería Geotécnica, 19(4), 101-115. <https://doi.org/10.1234/rig.2020.19.4.101>
- Martínez, J., López, A., & Torres, S. (2021). *Costos de mantenimiento de infraestructuras viales: Un análisis comparativo*. Revista de Obras Públicas, 32(2), 78-89. <https://doi.org/10.5678/rop.2021.32.2.78>
- Martínez, J., & Pérez, M. (2018). *Mantenimiento vial proactivo: Identificación y control de baches*. Editorial Universitaria.
- Martínez, J., & Pérez, M. (2019). *Clima y mantenimiento de infraestructuras: Desafíos y oportunidades*. Editorial Universitaria.
- Martínez, J., & Pérez, M. (2019). *Especificaciones técnicas y su impacto en la calidad de la infraestructura*. Editorial Universitaria.

- Martínez, J., & Pérez, M. (2019). *Mantenimiento preventivo de infraestructuras viales: Guía técnica*. Editorial Universitaria.
- Martínez, J., & Ramírez, T. (2019). *Adaptación de infraestructuras viales al cambio climático*. *Revista de Ingeniería y Ambiente*, 8(2), 75-82.
- Martínez, L. (2020). *Importancia del mantenimiento rutinario en la conservación de infraestructuras viales*. *Revista de Ingeniería Civil*, 18(2), 101-112.
<https://doi.org/10.1234/ric.2020.18.2.101>
- Martínez, L. (2021). *Infraestructura vial y desarrollo rural: Un enfoque sostenible*. Editorial Rural.
- Martínez, L. (2021). *Mantenimiento preventivo en caminos rurales no pavimentados*. *Journal of Rural Engineering*, 12(2), 58-72. <https://doi.org/10.5678/jre.2021.12.2.58>
- Martínez, L., & López, R. (2020). *Optimización de costos en el mantenimiento vial mediante el uso de maquinaria moderna*. *Revista de Obras Públicas*, 22(1), 102-115.
<https://doi.org/10.1234/rop.2020.22.1.102>
- Martínez, R., & Rivas, S. (2020). *Planificación presupuestaria en infraestructura vial*. *Journal of Transportation Planning*, 10(4), 200-215. <https://doi.org/10.1016/jjtp.2020.10.4.200>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (1999). *Ley N° 27181, Ley de Carreteras*.
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/151234-ley-de-carreteras>
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2011). *Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*. <https://www.gob.pe/institucion/mintra/normas-legales/150499-ley-general-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- Morales, A., & Sánchez, P. (2021). *Condiciones de las carreteras y desarrollo económico*. *Revista de Desarrollo Económico*, 14(2), 50-65.
<https://doi.org/10.1016/jrde.2021.14.2.50>

- Pérez, A., & López, C. (2019). *Participación comunitaria en el mantenimiento vial: un enfoque inclusivo*. Revista de Desarrollo Comunitario, 22(1), 50-65. <https://doi.org/10.1016/jrdc.2019.22.1.50>
- Pérez, J., & Ramírez, L. (2020). La importancia de la infraestructura en el desarrollo económico local. Revista de Desarrollo Regional, 18(2), 55-70.
- Pérez, L., & Ramírez, T. (2021). *Evaluación de daños en calzadas: un enfoque integral*. Journal of Infrastructure Management, 10(1), 55-70. <https://doi.org/10.1016/jjim.2021.10.1.55>
- Pérez, L. (2018). *Desafíos en la gestión de la infraestructura vial*. Journal of Public Policy, 12(3), 110-125. <https://doi.org/10.1016/jjpp.2018.12.3.110>
- Pérez, L. (2021). *Evaluación del estado de caminos rurales con tecnología SIG*. Revista de Ingeniería Rural, 14(3), 100-114. <https://doi.org/10.1016/rir.2021.14.3.100>
- Pérez, L., & López, J. (2021). *Mecanismos de control en la gestión presupuestaria*. Revista de Gestión Pública, 25(2), 150-165. <https://doi.org/10.1016/jgpp.2021.25.2.150>
- Pérez, L., & López, J. (2021). *Presupuesto y mantenimiento de infraestructuras viales*. Journal of Public Infrastructure Management, 7(1), 80-95. <https://doi.org/10.1016/jjpim.2021.7.1.80>
- Pérez, M. (2020). *Factores que influyen en la formación de baches en vías urbanas y rurales*. Instituto de Estudios Viales.
- Pérez, M. (2020). *La influencia del clima en el mantenimiento de caminos rurales*. Revista de Ingeniería de Caminos, 18(2), 90-104. <https://doi.org/10.1234/ric.2020.18.2.90>
- Pérez, M., González, J., & Torres, R. (2019). *El mantenimiento de infraestructuras: Enfoques contemporáneos*. Editorial Universitaria.
- Pérez, M., Ramírez, J., & Torres, R. (2021). *Contrataciones del Estado en el Perú: Retos y oportunidades*. Editorial Universitaria.

- Pérez, M., & Ramírez, T. (2020). *Estrategias de costos en el mantenimiento de carreteras: Un enfoque práctico*. Editorial Universitaria.
- Pérez, M., & Torres, R. (2019). *Impacto del drenaje en la prevención de derrumbes viales*. Instituto de Estudios Viales.
- Pérez, M., & Torres, R. (2020). *El mantenimiento de sistemas de drenaje como medida preventiva en infraestructuras viales*. *Journal of Infrastructure Maintenance*, 15(4), 90-105. <https://doi.org/10.1234/jim.2020.15.4.90>
- Pérez, M., Vargas, J., & Torres, T. (2020). *Análisis de ciclo de vida en proyectos de mantenimiento vial*. *Journal of Infrastructure Maintenance*, 18(2), 56-70. <https://doi.org/10.5678/jim.2020.18.2.56>
- Ramírez, L., & Salinas, M. (2019). La brecha en infraestructura vial rural en América Latina. *Estudios de Desarrollo Rural*, 22(2), 77-92.
- Ramírez, M. (2020). *Planificación presupuestaria en proyectos de mantenimiento de carreteras*. Instituto de Estudios Viales.
- Ramírez, T. (2019). *Estado vial y su influencia en la economía local*. *Journal of Transportation Economics*, 6(3), 35-50. <https://doi.org/10.1016/jjte.2019.6.3.35>
- Ramírez, T., Cruz, J., & Sánchez, P. (2022). *Actualización de normas de mantenimiento vial: un enfoque práctico*. *Journal of Transportation Research*, 8(3), 78-92. <https://doi.org/10.1016/jjtr.2022.8.3.78>
- Ramírez, T., & Torres, S. (2019). *Eficiencia y transparencia en las contrataciones públicas: Normas y buenas prácticas*. *Revista de Derecho Administrativo*, 35(1), 101-115. <https://doi.org/10.5678/rda.2019.35.1.101>
- Ramírez, T., & Torres, S. (2022). *Mantenimiento y limpieza de cunetas en zonas con alta precipitación: Un enfoque técnico*. Instituto de Estudios Viales.

- Rodríguez, F. (2019). *El uso de sensores remotos y SIG para la gestión vial en áreas rurales*. *Journal of Remote Sensing and GIS*, 11(1), 62-78. <https://doi.org/10.5678/jrsgis.2019.11.1.62>
- Rodríguez, S., González, P., & Fernández, A. (2020). *Gestión de recursos en proyectos de infraestructura*. *Journal of Public Infrastructure*, 18(1), 30-45. <https://doi.org/10.1016/jjpi.2020.18.1.30>
- Rodríguez, T. (2019). *Seguridad vial y mantenimiento rutinario en zonas rurales*. *Revista de Ingeniería de Caminos*, 12(3), 115-127. <https://doi.org/10.5678/ric.2019.12.3.115>
- Rodríguez, T. (2020). *El papel de los caminos vecinales en el comercio rural*. *Revista de Economía Aplicada*, 23(1), 65-79. <https://doi.org/10.1234/rea.2020.23.1.65>
- Romero, C. (2021). *Diseño de calzadas: consideraciones sobre el tráfico y el mantenimiento*. *Journal of Urban Planning*, 8(3), 85-100. <https://doi.org/10.1016/jjup.2021.8.3.85>
- Romero, C. (2022). *Enfoques participativos en la gestión de carreteras*. *Journal of Participatory Planning*, 5(2), 20-35. <https://doi.org/10.1016/jjpp.2022.5.2.20>
- Sánchez, M. (2019). *Riesgos climáticos y su impacto en la infraestructura vial*. *Journal of Risk Management*, 6(2), 56-70. <https://doi.org/10.1016/jjrm.2019.6.2.56>
- Sánchez, M. (2021). *Evaluación de riesgos en la planificación de infraestructura vial*. *Revista de Análisis de Riesgos*, 9(3), 65-80. <https://doi.org/10.1016/jjar.2021.9.3.65>
- Sánchez, P., González, R., & Ramírez, T. (2019). *Efectos del tráfico pesado en la infraestructura vial*. *Journal of Transportation Research*, 14(2), 22-34. <https://doi.org/10.1016/jjtr.2019.14.2.22>
- Torres, A. (2019). *Tecnologías de información en el mantenimiento vial*. *Journal of Infrastructure Technology*, 11(2), 55-70. <https://doi.org/10.1016/jjit.2019.11.2.55>
- Torres, A. (2021). *Evaluación del impacto del clima en la infraestructura vial*. Instituto de Estudios Climáticos.

- Torres, A., López, F., & Rivas, C. (2022). *Uso de SIG en la gestión de recursos públicos*. Journal of Geographic Information Science, 29(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jgis.2022.29.1.1>
- Torres, A., Martínez, J., & Hernández, F. (2022). *Tecnologías SIG para la gestión de daños en la calzada*. Journal of Geographic Information Systems, 11(4), 75-90. <https://doi.org/10.1016/j.jgis.2022.11.4.75>
- Torres, R. (2020). *Evaluación de costos y beneficios en proyectos de mantenimiento de infraestructuras viales*. Revista de Ingeniería de Caminos, 34(2), 130-145. <https://doi.org/10.1234/ric.2020.34.2.130>
- Torres, R. (2020). *Gestión del drenaje vial para la prevención de baches en zonas húmedas*. Revista de Ingeniería de Caminos, 34(2), 90-103. <https://doi.org/10.1234/ric.2020.34.2.90>
- Torres, R. (2020). *Gestión participativa del mantenimiento de caminos rurales*. Revista de Estudios Rurales, 10(3), 130-145. <https://doi.org/10.5678/rer.2020.10.3.130>
- Torres, R. (2020). *Impacto del mantenimiento rutinario en la seguridad vial*. Revista de Ingeniería Vial, 33(1), 58-72. <https://doi.org/10.1234/riv.2020.33.1.58>
- Torres, R. (2020). *Remoción de derrumbes y rehabilitación de vías en zonas de alto riesgo*. Revista de Ingeniería de Caminos, 34(2), 90-103. <https://doi.org/10.1234/ric.2020.34.2.90>
- Torres, R., & Ramírez, T. (2022). *Gestión de infraestructuras en contextos climáticos extremos*. Instituto de Estudios Viales.
- Torres, R., & Ramírez, T. (2022). *Gestión de mantenimiento en condiciones cambiantes: Desafíos y soluciones*. Instituto de Estudios Viales.
- Torres, R., & Ramírez, T. (2022). *Normativas y especificaciones técnicas en la gestión de proyectos viales*. Instituto de Estudios Viales.

- Torres, S. (2019). *Mapas de vulnerabilidad en el mantenimiento de infraestructuras viales: El papel del SIG*. *Journal of Applied Geospatial Technology*, 9(2), 47-63.
<https://doi.org/10.1016/jagt.2019.9.2.47>
- Torres, S., Rivas, F., & Gutiérrez, P. (2021). *Sistemas de Información Geográfica en la planificación de infraestructuras viales*. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 28(4), 130-145. <https://doi.org/10.1016/rit.2021.28.4.130>
- Vargas, J. (2019). *El impacto del transporte en la agricultura rural: Caminos vecinales y desarrollo*. *Journal of Rural Economics*, 20(2), 68-82.
<https://doi.org/10.1234/jre.2019.20.2.68>
- Vargas, J. (2019). *Impacto climático en los costos de mantenimiento vial*. *Journal of Civil Engineering*, 17(3), 78-92. <https://doi.org/10.5678/jce.2019.17.3.78>
- Vargas, J. (2021). *Planificación de intervenciones viales: Una aproximación desde el mantenimiento rutinario*. *Journal of Civil Engineering*, 20(2), 68-82.
<https://doi.org/10.5678/jce.2021.20.2.68>
- Vargas, S., Huerta, F., & Torres, L. (2021). *Transparencia en la gestión del mantenimiento vial en Perú*. *Journal of Public Administration*, 9(2), 135-150.
<https://doi.org/10.1016/jjpa.2021.9.2.135>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Constancia y/o certificado de trabajo de la Empresa N°01



CERTIFICADO DE TRABAJO

EL QUE SUSCRIBE, EL GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA VIAS DE LA ESPERANZA E.I.R.L.; LA SRA.
URSULA MEDALITH RAMOS PABLO

CERTIFICA:

Que, la Bach/Ing. Civil: **MILAGROS CARRILLO ESPINOZA**, identificado con DNI N°75116846 ha laborado en la Empresa en el **AREA TECNICA**, desde el 13 de mayo del 2023 hasta el 31 de diciembre del 2023, desempeñando el cargo de **ANALISTA DE PROYECTOS Y OPERACIONES** llevando a cabo las siguientes funciones y responsabilidades:

- **Elaboración de Valorizaciones:** Preparación de informes financieros y de costos para proyectos, asegurando la precisión en la estimación de valores y presupuestos.
- **Redacción de Informes:** Creación de informes técnicos y administrativos relacionados con el avance de proyectos, estado de obras y otros aspectos relevantes.

Cumpliendo satisfactoriamente su labor en un periodo de 7.7 meses, ha demostrado un alto nivel de competencia en sus funciones y ha contribuido significativamente al éxito de los proyectos en los que ha participado, demostrando responsabilidad, honradez y puntualidad en las labores encomendadas.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.

HUANUCO, 15 DE JUNIO DEL 2024



VIAS DE LA ESPERANZA E.I.R.L.
URSULA MEDALITH RAMOS PABLO
GERENTE GENERAL

ANEXO N° 2. Constancia y/o certificado de trabajo de la Empresa N°02



CERTIFICADO DE TRABAJO

EL QUE SUSCRIBE, EL GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA VIAS DE LA ESPERANZA E.I.R.L.; LA SRA.
URSULA MEDALITH RAMOS PABLO

CERTIFICA:

Que, la Bach./Ing. Civil: **MLAGROS CARRILLO ESPINOZA**, identificado con DNI N°75116846 ha laborado en la Empresa en el **AREA TECNICA**, desde el 02 de enero del 2024 hasta el 31 de julio del 2024, desempeñando el cargo de **COORDINADOR DE PROYECTOS JUNIOR** llevando a cabo las siguientes funciones y responsabilidades:

- **Elaboración de Valorizaciones:** Preparación de informes financieros y de costos para proyectos, incluye elaboración de liquidaciones.
- **Redacción de Informes:** Creación de informes técnicos y administrativos relacionados con el avance de proyectos, estado de obras y otros aspectos relevantes.
- **Trabajo en Campo:** Supervisión y ejecución de actividades en el terreno, incluyendo inspecciones, recolección de datos y verificación del cumplimiento de especificaciones.
- **Trabajo en Gabinete:** Gestión de documentación, análisis de datos y coordinación de actividades administrativas relacionadas con los proyectos en curso.

Cumpliendo satisfactoriamente su labor en un periodo de 7 meses, ha demostrado un alto nivel de competencia en sus funciones y ha contribuido significativamente al éxito de los proyectos en los que ha participado, demostrando responsabilidad, honestidad y puntualidad en los labores encomendados.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime por conveniente.


HUANUCO, 10 DE AGOSTO DEL 2024



VIAS DE LA ESPERANZA E.I.R.L.
Ursula Medalith Ramos Pablo
GERENTE GENERAL

BQ CERRO JACTAY NRO. 3 A H. CERRO JACTAY - HUANUCO

ANEXO N° 3. Carta de autorización de uso de información de la empresa

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA PARA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS O INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	
--	---

Yo, Ursula Medalith Ramos Pablo, identificado con DNI o CE N°47758004, como representante legal de la empresa / institución: VIAS DE LA ESPERANZA E.I.R.L. con R.U.C. N° 30801647660, ubicada en la ciudad de Huancayo, otorgo la AUTORIZACIÓN de uso de información a:

1) Milagros Camillo Espinoza, con DNUCE 75116846

Egresado/a de la Carrera profesional o Programa de Posgrado de Ingeniería Civil para que utilice la siguiente información de la empresa: Documentos técnicos y administrativos relacionados con el proyecto y datos del servicio u obra del tema del proyecto. Con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de Investigación, Tesis o Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de Bachiller, Título Profesional Maestro, Doctor.

Autorizamos expresamente el uso de la información con fines académicos, incluyendo su publicación en el repositorio de la Universidad Privada del Norte contribuyendo a la comunidad educativa y sociedad en su conjunto.

Indicar si el representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

Mantener en RESERVA el nombre o cualquier distintivo de la empresa.
 Autorizo mencionar el nombre y cualquier distintivo de la empresa.

Huancayo, 12 de agosto del 2024

VIAS DE LA ESPERANZA E.I.R.L.

Ursula Medalith Ramos Pablo
DNI/CE: 47758004
REPRESENTANTE LEGAL

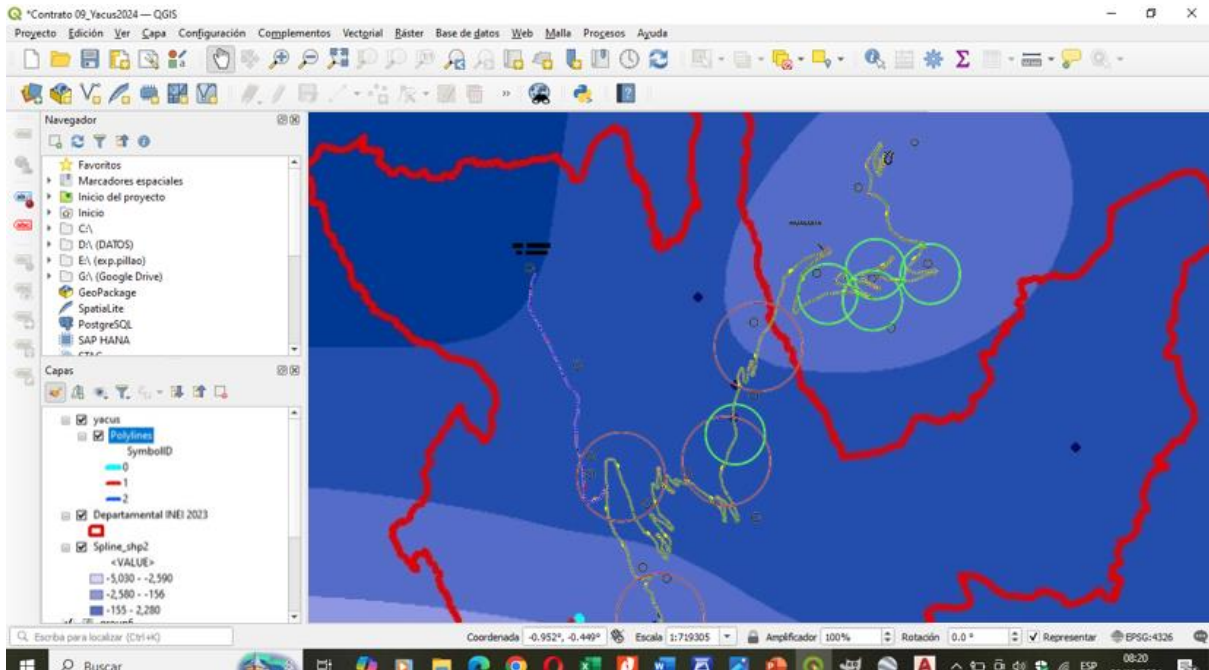
Firma del Representante Legal o Autoridad
DNI o CE: 47758004
N° de celular de contacto: 914113281

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al procedimiento disciplinario correspondiente, asumiendo toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del egresado (1)
DNI: 75116846

ANEXO N° 4. Empleo del método SIG (usando el software QGIS) en el tramo a intervenir



ANEXO N° 5. Cálculos de costos indirectos con SIG presentados en el Plan de Trabajo aprobado

COSTOS INDIRECTOS

ASESORIA CONTABLE

ASESORIA CONTABLE	UNIDAD	MESES	HABER	PARCIAL	TOTAL
Contador	Mes	5	200.00	1,000.00	1,000.00
Declaración Renta Anual					500.00
TOTAL					1,500.00

JEFE DE MANTENIMIENTO

JEFE DE MANTENIMIENTO	UNIDAD	MESES	HABER	PARCIAL	TOTAL
APOTO TECNICO ADMINISTRATIVO Profesional (Inj. Civil)	Mes	5	3,000.00	15,000.00	15,000.00

GESTION ADMINISTRATIVA

GESTION ADMINISTRATIVA	MESES	# PAGOS MES	PAGARES	VERTIDOS	TOTAL
01 General	5	3.00	6.00	16.00	240.00
OTROS					221.00
Pago Anual del RPP (Servicios)					300.00
Costo abeo. de propuestas					160.00
Viatico para proceso (pasajes, hotel, alimentación y otros)	5.00			75.00	375.00
Vigencia Poder Actualizado para cobro en BN	3.00			45.00	135.00
Cuaderno de Mantenimiento	3.00			30.00	90.00
Legislación de cuaderno	5.00			150.00	750.00
Otros gastos imprevisibles					1,911.00

ALQUILER DE LOCAL

ALQUILER DE LOCAL	UNIDAD	MESES	ALQUILER	PARCIAL	TOTAL
Oficina de 30 m ²	Mes	5	150.00	750.00	750.00

POLIZAS Y SEGUROS

1.-Polizas de Responsabilidad Civil (cobertura \$ = 180 000.00 y en ANAN)

Prima	Costo (\$)	280.00
Impuesto (2% de la Prima)	Costo (\$)	5.60
TOTAL	Costo (\$)	285.60
TOTAL	Costo (\$/.)	1,093.04

Tipo de Cobertura	3.780
-------------------	-------

2.-SIS (H.SALUD) a Plan VITAL (Easurid)

	UNIDAD	MENSUAL		PARCIAL	TOTAL	TOTAL (1+2)
		Monto Mensual (\$/.)	CANTIDAD			
Trabajador Tipo III	Und	108.00	5	540.00	3,780.00	4,873.04
Trabajador Tipo IA	Und	648.00	5	3,240.00	4,536.00	5,629.04
Trabajador Tipo IIB	Und	796.00	7	5,572.00	5,292.00	6,385.04
Trabajador Tipo IIA	Und	864.00	8	6,912.00	6,048.00	7,141.04
Trabajador Tipo IIBB	Und	1,080.00	10	10,800.00	7,860.00	8,653.04
Trabajador Tipo IIIA	Und	1,404.00	13	18,252.00	9,828.00	10,921.04

UNIFORME Y OTROS

UNIFORME Y OTROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	PARCIAL	TOTAL
Cartel de Obra 3.00x2.40m, inc. Parantes 4"x4" (5m)	Und	1	500.00	500.00	
Papel, rollé fotografico, etc.	Mes	1	343.58	343.58	
Digitalización de Informes Mensuales Tipo	Mes	5	370.00	2,960.00	
Conos de seguridad	Und	4	40.00	240.00	
Uniformes, Casco y botas Tipo IIB	Und	6	907.00	5,442.00	9,485.58
Uniformes, Casco y botas Tipo IA	Und	6	636.00	3,816.00	9,659.58
Uniformes, Casco y botas Tipo IIB	Und	7	336.00	2,352.00	10,595.58
Uniformes, Casco y botas Tipo IIA	Und	8	396.00	3,168.00	11,531.58
Uniformes, Casco y botas Tipo IIBB	Und	10	336.00	3,360.00	13,403.58
Uniformes, Casco y botas Tipo IIIA	Und	13	336.00	4,368.00	16,211.58

TIPO DE CAMINO	RESUMEN					
	IB	IA	IIB	IIA	IIBB	IIIA
ASESORIA CONTABLE	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
JEFE DE MANTENIMIENTO	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00	15,000.00
GESTION ADMINISTRATIVA	1,911.00	1,911.00	1,911.00	1,911.00	1,911.00	1,911.00
ALQUILER DE LOCAL	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00	750.00
POLIZAS Y SEGUROS	4,873.04	5,629.04	6,385.04	7,141.04	8,653.04	10,921.04
UNIFORME Y OTROS	9,485.58	9,659.58	10,595.58	11,531.58	13,403.58	16,211.58
TOTAL \$/.	33,619.62	34,449.62	36,141.62	37,833.62	43,217.62	46,293.62

Nota: Para el cálculo de la cantidad del costo indirecto, se tomó como base un tramo típico de 25 km.

WEG DE LA ESPERANZA E.S.P.
[Firma]
 Gerente Municipal Promoc. Pùblica
 UNO DE TUPAC
 REPRESENTANTE REGIONAL

ANEXO N° 6. Mantenimiento optimizado con SIG aprobado por IVP-Huánuco

Ficha N° 3

CONTROL POR RESULTADOS DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO
(SEGÚN LAS NORMAS DE EVALUACION DEL GEMA)



FECHA DE EVALUACION: 11/12/2024
 MICROEMPRESA: VIAS DE LA ESPERANZA EIRL
 TRAMO: EMP. PE-JIN (PAMPAS) - HUACORA - HUANCHAN - EMP. HU-111 (YACUS); EMP. HU-1107 - SAN LORENZO DE LLAGLLA (KM 00+216); EMP. R1001183 - YACLLAC - SAN LORENZO DE LLAGLLA - PTA. CARRETERA de 25 801 km
 SECTOR: #44P-AS - YACUS
 LONGITUD: 25.801 KM

CODIGO	ACTIVIDAD	UNIDAD	TOLERANCIA	TRAMO DE PROGRESIVA													PROG. POR KM	FTJE POR ACT	
				0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13			13-14
PRIMERA PRIORIDAD																			
MR 101	Limpieza de calzadas	Chetizado	3 POR KM	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0.482	100.000
MR 102	Barrido	200 grs de 50 x 50x, 15 cm	10 POR KM	5	5	1	1	2	2	8	8	5	5	5	5	4	4.000	67.000	
MR 104	Reparación de deterioros	kg	1 KG POR KM	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.162	100.000	
MR 201	Limpieza de curbs	% de la sección	25% DE SECCION	0.5	0.5	0.35	0.35	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.5	0.2	0.236	100.000	
MR 201	Reparación rasos viejos	m ²	5 M														NO TIENE	0.000	
MR 202	reparación de jorrones	% de la sección	50% 50%														NO TIENE	0.000	
SEGUNDA PRIORIDAD																			
MR 203	Limpieza de alcantarillas	% de la sección	30%	10	10	1	1	5	2	2	5	15	5	2	10	1	6.077	67.000	
MR 204	Limpieza de baches	% de superficie asfaltada	30%														NO TIENE	0.000	
MR 204	Limpieza de zanjas de construcción	% de la sección	30%														NO TIENE	0.000	
MR 205	Limpieza de puentes	% de la sección	20%														NO TIENE	0.000	
MR 206	Excavaciones de los canales Agua	% de la sección	20%														NO TIENE	0.000	
MR 201	Barrido y limpieza	altura de vegetación	45 cm	5	5	5	5	4	4	10	20	20	20	20	20	20	11.000	67.000	
TERCERA PRIORIDAD																			
MR 303	Desarrollos	Rezo en taludes	1 M ² POR KM	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.135	100.000	
MR 401	Construcción de entenas	borde de mal estado	5 por km	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.185	100.000	
MR 501	Reforestación	Tratamiento reforestado	zona sin extracción	NO													CLAMP LE	100.000	
MR 601	Visibilidad y control	borde de mal estado	sin arbolado en cuadro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	CLAMP LE	100.000	
													PUNTAJE TOTAL	04.88					

Comentarios: Se verifico los trabajos de mantenimiento vial rutinario correspondiente al mes de diciembre 2024

Nombre del Evaluador:

ING. REINALDO DOMINGUEZ MUÑOZ (Gerente de Infraestructura Vial del IVP-Huánuco)

Ministerio del Poder Judicial de Huánuco
 Tribunal de Justicia de Huánuco
 Oficina de Asesoría Jurídica
 Gerente de Infraestructura Vial
 Reg. C.P. 150874

Ministerio del Poder Judicial de Huánuco
 Tribunal de Justicia de Huánuco
 Oficina de Asesoría Jurídica
 Gerente de Infraestructura Vial
 Reg. C.P. 150874