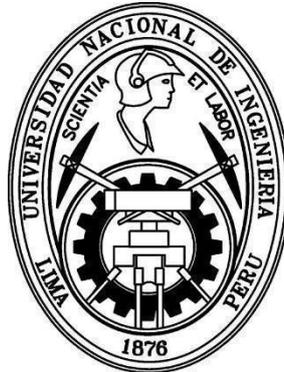


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL,
CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA
PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022”.**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

ATILIO AGUSTIN JIMENEZ CAJAHUAMAN

ASESOR

Ing. ALBERTO JULIO RAMÍREZ ERAZO

LIMA - PERÚ

2024

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos”

Jiménez Cajahuamán, Atilio Agustín

ajimenezc@uni.pe

989875776

DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas, el aliento y siempre acompañarme en cada proceso y paso que doy.

A mi esposa Ruth por ser mi acompañante de vida siempre animándome a ser mejor cada día y apoyarme de forma incondicional para la culminación de la Tesis.

A mis padres Atilio y Nancy, por todo el esfuerzo que hicieron para educarme y sembrar valores en mi para desarrollarme como persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su favor, por su guía en cada paso que doy, por el mejor regalo que es la vida misma, por rodearme de las mejores personas que son mi familia, por permitirnos estar unidos y felices. Por darnos su gracia, su cuidado, escuchar nuestras oraciones y ayudarnos en los momentos más difíciles.

A mi bella familia, a mis Padres Atilio que desde niño me impulsaba a ser ingeniero civil y que ahora está en un mejor lugar al costado de Dios; a Nancy mi madre que siempre nos ha cuidado y brindado su apoyo, por sostener a una familia, por enseñarme a no darme por vencido e inculcarme valores. A mis hermanas Patricia y Brigitte mis cómplices de múltiples anécdotas de toda mi infancia y adolescencia, siempre hemos estado juntos apoyándonos. A mi compañera de toda la vida, mi esposa Ruth por mostrarme siempre su amor, por impulsarme a seguir creciendo en todo aspecto de mi vida, por acompañarme en cada meta que me he propuesto y contar con su apoyo incondicional.

A todos mis amigos por sus buenos consejos, sus ánimos y su ayuda en cada ocasión, brindándome su compañía y entusiasmo de forma desinteresada.

A mi alma mater la Universidad Nacional de Ingeniería, por la exigencia brindada para darme sólidos conocimientos y a la Facultad de Ingeniería Civil por mantener el alto nivel de enseñanza, formando profesionales con gran capacidad para desenvolverse en el ámbito laboral y desarrollo científico.

A mi asesor el Ing. Alberto Ramírez Erazo, por su eficiente orientación y revisiones rigurosas de mis avances para lograr la realización de la presente tesis.

ÍNDICE

Resumen	4
Abstract.....	6
Prólogo.....	8
Lista de cuadros	10
Lista de figuras	13
Lista de siglas.....	14
Capítulo I: Introducción.....	15
1.1. Generalidades	15
1.2. Problemática.....	16
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. Objetivo General	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Hipótesis.....	19
1.4.1. Hipótesis general	19
1.4.2. Hipótesis específica	19
Capítulo II: Marco teórico.....	20
2.1. Estudios de pre-inversión para proyectos de inversión pública	20
2.1.1 Contenido mínimo para proyectos de inversión a nivel de perfil.....	20
2.1.2 Ciclo de un proyecto de inversión pública	20
2.1.2.1 Pre-inversión.....	21
2.1.2.2 Inversión	21
2.1.2.3 Post Inversión	21
2.1.3 Guía para la formulación de proyectos de inversión pública	21
2.1.3.1 Módulo I: Aspectos generales	21
2.1.3.2 Módulo II: Identificación	21
2.1.3.3 Módulo III: Formulación.....	22
2.1.3.4 Módulo IV: Evaluación	23
2.2 Carretera solar o pavimento fotovoltaico.....	23
2.2.1 Concepto	23
2.2.2. Estructura	25
Capítulo III: Descripción del proyecto de carretera solar	27
3.1 Modelos desarrollados.....	27
3.1.1 Solar Innova.....	27
3.1.2 Solar Roadways.....	28
3.1.3 Colas	29
3.1.4 SolaRoad.....	31
3.1.5 Solmove.....	32
3.2 Modelo adoptado	33

Capítulo IV: Desarrollo del proyecto de carretera solar.....	34
4.1. Aspectos generales	34
4.1.1 Nombre del proyecto.....	34
4.1.2. Unidad Formuladora	34
4.1.3. Ubicación	34
4.2. Identificación.....	35
4.2.1. Diagnóstico de la situación actual	35
4.2.2. Condición climática y radiación.....	37
4.2.3. Definición del problema y sus causas	38
4.2.4. Objetivo del proyecto	38
4.2.5. Propuesta de rehabilitación del afirmado	38
4.3. Formulación.....	38
4.3.1. Análisis de la demanda	38
4.3.2 Análisis de la oferta.....	39
4.3.2.1 Oferta Actual.....	39
4.3.2.2 Oferta proyectada.....	39
4.3.3 Balance oferta y demanda	42
4.3.4 Aspecto técnico	42
4.3.4.1 Informe de tráfico	42
4.3.4.2 Informe de Suelos y pavimentos	56
Capítulo V: Elaboración de los metrados y presupuesto	64
5.1. Elaboración de metrados	64
5.1.1. Resumen de metrados de alternativa 1.....	64
5.1.2. Sustento de metrados de alternativa 1	65
5.1.3. Resumen de metrados de alternativa 2.....	67
5.2. Elaboración de presupuesto	70
5.2.1. Presupuesto alternativa 1	70
5.2.2. Presupuesto alternativa 2	72
5.2.3. Presupuesto mantenimiento rutinario alternativa 1.....	73
5.2.4. Presupuesto mantenimiento periódico alternativa 1	73
5.2.5. Presupuesto de mantenimiento rutinario de alternativa 2.....	74
Capítulo VI: Elaboración del flujo de caja del proyecto.....	75
6.1. Ahorro por costo de operación vehicular.....	75
6.1.1. Costo de operación vehicular con proyecto.....	75
6.1.2. Costo de operación vehicular sin proyecto.....	76
6.1.3. Ahorro del costo de operación vehicular	76
6.2. Ahorro por tiempo de cruce en el tramo del proyecto.....	79
6.3. Costo generado por energía fotovoltaica	81
6.4. Flujo de caja del proyecto	83
6.4.1. Flujo de caja del proyecto de alternativa 1	83
6.4.2. Flujo de caja del proyecto de alternativa 2	85
Capítulo VII: Evaluación económica y social del proyecto.....	87

7.1. Análisis costo beneficio.....	87
7.1.1. Valor actual neto (VAN)	88
7.1.2. Tasa interna de Retorno (TIR)	88
7.1.3. Relación Beneficio – Costo (B/C).....	88
7.2. Evaluación económica de alternativa 1	89
7.2.1 Calculo del valor actual neto Alternativa 1	89
7.2.2 Cálculo de la tasa interna de retorno de la alternativa 1.....	89
7.2.3 Cálculo de la relación beneficio – costo de la alternativa 1	90
7.3. Evaluación económica de alternativa 2	90
7.3.1 Calculo del valor actual neto Alternativa 2	90
7.3.2 Cálculo de la tasa interna de retorno de la alternativa 2.....	91
7.3.3 Cálculo de la relación beneficio – costo de la alternativa 2	91
Capítulo VIII: Discusión de resultados.....	92
Conclusiones	96
Recomendaciones	98
Referencias bibliográficas	99
Anexos	102

RESUMEN

La generación de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos, basados en paneles solares, tiene tiempo de uso considerable en comunidades rurales alejadas de las áreas urbanas. En estos últimos años, se han venido utilizando en viviendas y edificios ecosostenibles como una alternativa al suministro de energía eléctrica por redes públicas y privadas convencionales. Sin embargo, el uso de sistemas fotovoltaicos en carreteras es novedoso, no solo para mejorar el acceso de pobladores y vehículos al formar parte de pavimentos nuevos o mejorados, sino también como medio para generar energía eléctrica, utilizada al menos como alumbrado público y fuente de energía para las viviendas cercanas al trayecto de la vía.

Por otro lado, el distrito de Padre Abad, perteneciente a la provincia del mismo nombre del departamento de Ucayali, es uno de los lugares del país más alejados de la capital de la república que no cuenta con cobertura suficiente de energía eléctrica convencional por la red pública nacional, tanto para viviendas de centros poblados como para el alumbrado público de pistas y veredas. Este es el caso de la Avenida Principal del Distrito Padre Abad, utilizada por vehículos, pobladores y sus animales, que al no contar con un adecuado servicio de alumbrado público se torna peligrosa en horas de la noche y madrugada.

Es en este contexto que se realiza el presente trabajo de investigación, el cual propone utilizar tecnologías de pavimentos con sistemas fotovoltaicos para generar energía eléctrica. Mediante su exposición al brillo solar, estos sistemas logran almacenar la energía suficiente para luego ser utilizada como fuente para el alumbrado público.

Se han analizado y evaluado dos alternativas: la primera es la propuesta de pavimento con tecnología fotovoltaica y la segunda consiste en la utilización de pavimento flexible convencional con capa de rodadura de asfalto, siendo la primera de ellas la que resulta más favorable a futuro, a medida que esta tecnología continúe en desarrollo y ofrezca un producto de mayor rentabilidad.

Con este fin, el presente trabajo inicia con el Capítulo I: Introducción, seguido del Capítulo II que contiene el Marco Teórico. A continuación, en el capítulo III presentamos la descripción de la estructura de los modelos de carreteras solares, y en el Capítulo IV presentamos el desarrollo de la carretera solar como solución al problema identificado.

En los Capítulos V y VI presentamos los metrados y presupuestos, así como el flujo de caja de las dos alternativas, y en el Capítulo VII, la evaluación económica y social de las mismas. Finalmente, presentamos las conclusiones, recomendaciones y las referencias bibliográficas consultadas. Esperamos que este trabajo sea recibido como un buen aporte académico para la Universidad de Ingeniería, así como sea considerado parte de la solución al problema de la falta de energía eléctrica en los centros poblados alejados.

ABSTRACT

The generation of electrical energy through photovoltaic systems based on solar panels has already had a good time of use, especially in rural communities far from urban areas. In the latter, they have been used in eco-sustainable homes and buildings as an alternative to the supply of electrical energy through conventional public and private networks. However, the use of voltaic systems on roads is novel, not only to improve access for residents and vehicles by being part of new or improved pavements, but also as a means of generating electricity to be used at least as public lighting on both sides. of the way

On the other hand, the district of Padre Abad, belonging to the province of the same name in the Ucayali Region, is one of the places in the country furthest away from the capital of the republic that does not have sufficient coverage of conventional electricity through the network. national public, both for houses in populated centers and for public lighting of tracks and sidewalks. This is the case of the Main Avenue of the Padre Abad District used by vehicles, residents and their animals, which by not having public lighting becomes dangerous at night and early morning.

It is in this context that the present research work is carried out, which makes a proposal to use pavement technologies with photovoltaic systems to generate electrical energy with the use of vehicles and through their exposure to sunlight, to store on the sides of the road. to later use it in the public lighting of the same.

Two alternatives have been analyzed and evaluated, a first that is the proposal for pavement with photovoltaic technology and a second that consists of the use of conventional flexible pavement with an asphalt surface layer, the first of which is the most favorable.

For the purposes of which the present work begins with Chapter I Introduction followed by Chapter II that contains the Theoretical Framework. Next, in Chapter III we present the description of the structure of the solar road models and in Chapter IV we present the development of the solar road to be applied as a solution to the identified problem. In Chapter V and VI we present the measurements and budgets, as well as the cash flow of two alternatives and in Chapter VII the economic and social evaluation of the two alternatives. Finally, we present the conclusions and recommendations, as well as the bibliographical references consulted. We hope that this work is received as a good academic contribution for

the University of Engineering, as well as being considered as part of the solution to the problem of the lack of electricity in remote population centers

PRÓLOGO

Actualmente, el mundo sufre un Cambio Climático que es un fenómeno natural exacerbado por la acción del hombre por, entre otras causas, el uso del petróleo, en particular para generar Energía Eléctrica en Centrales Termoeléctricas que queman petróleo como principal insumo que producen adicionalmente gases de efecto invernadero que incrementa la magnitud del Cambio Climático y lo hace más recurrente con sus consecuencias de desastres. Por ejemplo, en el caso del Perú, origina el Fenómeno del Niño Costero y sus consecuencias: lluvias intensas en el norte y sequías extremas en las regiones del Sur.

También en el Perú usamos petróleo para generar energía eléctrica y para producir asfalto como producto residual en las refinerías. Es en este contexto que el tesista presenta su tesis de investigación proponiendo la utilización de tecnologías de paneles solares con sistemas fotovoltaicos en carreteras, no solo para mantener o mejorar el acceso y transitabilidad de las mismas, sino, también, para aprovechar el espacio de la estructura vial para generar, almacenar y utilizar energía eléctrica en por lo menos el alumbrado público de la vía, como puede ser el caso de la Avenida Principal del Distrito Padre Abad del departamento de Ucayali.

El uso de la tecnología de paneles solares fotovoltaicos está difundido a nivel mundial fundamentalmente para uso doméstico, comercial e industrial como una técnica para generar corriente continua que se puede almacenar. Es el caso de muchos países de Europa, China, Japón y ciudades de Estados Unidos que utilizan este sistema para generar energía eléctrica sin contaminar el medio ambiente con gases y productos residuales, lo cual es una manera eficiente de incrementar cobertura de suministro de energía eléctrica reemplazando otros modos de generación contaminantes que utilizan como insumos recursos no renovables. En particular, el uso de paneles solares es muy útil para zonas rurales donde no llega la cobertura del suministro de energía convencional.

Por lo tanto, el presente trabajo se convierte en un gran aporte académico y profesional pues propone aplicar la tecnología de paneles solares en el mejoramiento de la Avenida Principal del Distrito Padre Abad para generar energía para el alumbrado público de la vía y más adelante seguramente para dotar de energía a las viviendas del distrito. Considero que este aporte debe ser replicado en más centros poblados que por estar alejados de las capitales urbanas de las

regiones viven sin energía eléctrica y por lo tanto sin poder disfrutar del bienestar mínimo que la condición humana requiere.

EL ASESOR.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°4.1: Descripción técnica de carretera correspondiente a la Alternativa 1	40
Cuadro N° 4.2: Descripción técnica de carretera correspondiente a la Alternativa 2	41
Cuadro N°4.3: Balance de oferta y demanda	42
Cuadro N°4.4: Resumen de conteo de tráfico	43
Cuadro N°4.5: Índice Medio de tráfico según Unidad de Peaje	45
Cuadro N° 4.6: Cuadro de proyección de tráfico 2023.2043	46
Cuadro N°4.7: Cuadro de configuración de ejes	47
Cuadro N°4.8: Cuadro de ejes equivalentes	48
Cuadro N° 4.9: Cuadro de peso de ejes de vehículos ligeros.....	48
Cuadro N°4.10: Cuadro de ejes equivalentes para vehículos ligeros	49
Cuadro N°4.11: Factores de Equivalencia por Eje y Factor Camión C2	49
Cuadro N°4.12: Factores de Equivalencia por Eje y Factor Camión C3	50
Cuadro N°4.13: Factores de Equivalencia por Eje y Factor Camión T3S3	50
Cuadro N° 4.14: Cuadro de ejes equivalentes para vehículos pesados	51
Cuadro N°4.15: Cuadro de peso de ejes de vehículos ligeros.....	51
Cuadro N°4.16: Cuadro de cálculo del Fca para vehículos ligeros.....	52
Cuadro N°4.17: Cuadro de cálculo del Fca para vehículos pesados	52
Cuadro N°4.18: Factor de ajuste por presión de neumático (Fp).....	53
Cuadro N°4.19: Cálculo de los ejes equivalentes.....	54
Cuadro N°4.20: Cálculo del ESAL de diseño	55
Cuadro N°4.21: Clasificación por tipo de tráfico pesado según Ejes Equivalentes.....	56
Cuadro N° 4.22: Resultado de Laboratorio de Calicata 1	57
Cuadro N° 4.23: Resultado de Laboratorio de Calicata 2	58
Cuadro N° 4.24: Categoría de Subrasante.....	58
Cuadro N° 4.25: Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.	59
Cuadro N° 4.26: Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño	60
Cuadro N° 4.27: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal ZR	61
Cuadro N° 4.28: Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico	62
Cuadro N° 4.29: Cuadro de resumen de parámetros	62
Cuadro N° 5.1: Resumen de metrados alternativa 1	64

Cuadro N° 5.2: Sustento de Metrados alternativa 1 parte 1	65
Cuadro N° 5.3: Sustento de Metrados alternativa 1 parte 2	66
Cuadro N° 5.4: Resumen de Metrados alternativa 2	67
Cuadro N° 5.5: Sustento de Metrados alternativa 2 parte 1	68
Cuadro N° 5.6: Sustento de Metrados alternativa 2 parte 2	69
Cuadro N° 5.7: Presupuesto de Alternativa 1	70
Cuadro N° 5.8: Análisis de precios unitarios de instalación de Panel Fotovoltaico.....	71
Cuadro N° 5.9: Presupuesto de Alternativa 2.....	72
Cuadro N° 5.10: Presupuesto de mantenimiento rutinario Alternativa 1	73
Cuadro N° 5.11: Presupuesto de mantenimiento periódico Alternativa 1	73
Cuadro N° 5.12: Presupuesto de mantenimiento rutinario Alternativa 2	74
Cuadro N° 5.13: Presupuesto de mantenimiento periódico Alternativa 2	74
Cuadro N° 6.1: Costo de operación vehicular con proyecto	75
Cuadro N° 6.2: Costo de operación vehicular sin proyecto	76
Cuadro N° 6.3: Variación del costo de operación vehicular con y sin proyecto	76
Cuadro N° 6.4: Proyecciones del tráfico para el período 2023 -2033	77
Cuadro N° 6.5: Proyecciones del tráfico para el período 2035 -2036	77
Cuadro N° 6.6: Ahorro de costo de operación vehicular período 2024.2033 ...	78
Cuadro N° 6.7: Ahorro de costo de operación vehicular período 2034.2043 ...	78
Cuadro N° 6.8: Costo por hora de pasajeros y/o conductores por tipo de vehículo.....	79
Cuadro N° 6.9: Número de pasajeros y tiempos de demora en cruzar el tramo proyectado	80
Cuadro N° 6.10: Ahorro por tiempo de cruce en el período 2024 - 2033	81
Cuadro N° 6.11: Ahorro por tiempo de cruce en el período 2034 - 2043	81
Cuadro N° 6.12: Costo generado anualmente por energía fotovoltaica.....	82
Cuadro N° 6.13: Flujo de caja en soles del proyecto de alternativa 1 (año 0 – año 5).....	83
Cuadro N° 6.14: Flujo de caja en soles del proyecto de alternativa 1 (año 6 – año 10).....	83
Cuadro N° 6.15: Flujo de caja en soles del proyecto de alternativa 1 (año 11 – año 15).....	84
Cuadro N° 6.16: Flujo de caja del proyecto de alternativa 1 (año 16 – año 20)	84
Cuadro N° 6.17: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 0 – año 5) ...	85
Cuadro N° 6.18: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 6 – año 10) .	85
Cuadro N° 6.19: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 11 – año 15)	86

Cuadro N° 6.20: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 16 – año 20)	86
Cuadro N° 7.1: Cálculo del Valor Actual Neto, Alternativa 1	89
Cuadro N° 7.2: Cálculo del Valor Actual Neto, Alternativa 2.....	90
Cuadro N° 8.1: Comparación de indicadores de rentabilidad de la evaluación económica.....	92
Cuadro N° 8.2: Resumen de presupuesto alternativa I.....	92
Cuadro N° 8.3: Resumen de presupuesto alternativa I con VAN igual a 0	93
Cuadro N° 8.4: Calculo del VAN para alternativa 1 con LCOE de carretera solar en Hubei- China.....	94
Cuadro N° 8.5: Cuadro comparativo entre alternativas 1 y 2, con proyecto con LCOE =0.2046	95

LISTA DE FIGURAS

Figura N°2.1: Ciclo del proyecto	20
Figura N°2.2: Composición de la estructura de un pavimento fotovoltaico	24
Figura N°2.3: Composición de la estructura de un pavimento fotovoltaico	25
Figura N° 3.1: Estructura del pavimento Fotovoltaico Solar Innova.....	28
Figura N° 3.2: Estructura del pavimento Fotovoltaico Solar Roadways.....	29
Figura N° 3.3: Estructura del pavimento Fotovoltaico Solar Roadways.....	30
Figura N° 3.4: Ciclovía en Krommenie, Holanda.....	31
Figura N° 3.5: Módulos solares instalados en vía y estacionamiento.....	32
Figura N° 4.1: Mapa Departamental y provincial de Padre Abad	34
Figura N° 4.2: Ubicación del proyecto.....	35
Figura N° 4.3: Situación actual de la carretera Av. 8 de abril	36
Figura N° 4.4: Situación actual de la carretera Av. 8 de abril	37
Figura N° 4.5: Situación actual de la carretera Av. 8 de abril	37
Figura N°4.6: Sección transversal de Alternativa 1	40
Figura N°4.7: Sección transversal de Alternativa 2	41
Figura N°4.8: Mapa de peajes a nivel nacional	44
Figura N° 4.9: Exploración manual Calicata de 1.52m de profundidad.....	57
Figura N° 6.1: Ruta Alterna al tramo del proyecto (11.7km).....	80
Figura N° 7.1: Tipos de Evaluación.....	87

LISTA DE SIGLAS

PIP: Proyecto de Inversión Pública
UF: Unidad Formuladora
UE: Unidad Ejecutora
INVIERTE.pe: Sistema de Inversión Pública del Perú.
MEF: Ministerio de Economía y Finanzas.
MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
BM: Banco Mundial
BID: Banco Interamericano de desarrollo.
MW: megavatio
KW- H: kilovatio – hora.
KM: kilómetro.
M2: metros cuadrados.
Ha: hectárea.
SINAC: sistema interconectado nacional.
GR: Gobierno Regional.
GL: Gobierno Local.
Av.: avenida.
FC: Flujo de Caja
VAN: Valor Actual Neto
TIR: Tasa Interna de Retorno.
PR: Periodo de Recuperación del Capital
TD: tasa de descuento
TI: tasa de interés
COK: costo de oportunidad del capital.
C/B: costo / beneficio.
C/E: costo/ eficiencia
LCOE: Levelized cost of electricity

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

Se estima que para el año 2050 la población mundial llegue a ser aproximadamente más de 10 mil millones de habitantes, lo que duplicaría la demanda energética que se consume hoy en día. Como se indicó anteriormente, en la actualidad predomina el consumo de combustibles fósiles para la generación de diversos tipos de energías, entre ellas la energía eléctrica que emite el 50% del gas de efecto invernadero, contribuyendo notablemente en el calentamiento global. En consecuencia, se debe aumentar el uso de fuentes renovables para generar energía eléctrica, contribuyendo así con el desarrollo sostenible (Rodríguez, 2017).

En medio de este contexto, surgen diferentes propuestas de sostenibilidad con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles (Bruce, 2014).

Sinan Li (2023) indica que hay países con gran cantidad de carreteras ejecutadas; uno de esos países es China, que cuenta con 5,198 millones km. de carreteras, lo que implica un motivo por el cual se pueda aprovechar estas áreas destinadas al transporte para la implementación de sistemas que puedan dar sostenibilidad y generar algún beneficio. Como resultado de las investigaciones, se ha venido analizando la aplicación de diversos tipos de energías, como la energía mecánica generada por el movimiento de los autos, la energía eólica, energía geotérmica y la energía solar.

En el Perú, el desarrollo de energías renovables es una buena opción para generar desarrollo, especialmente en las zonas rurales alejadas. En gran parte del territorio peruano, con el tiempo suele ser más costoso brindar cobertura eléctrica a las comunidades rurales debido a diversos factores, entre ellos dificultades geográficas y baja densidad poblacional. Sin embargo, la única posibilidad viable a corto y mediano plazo es la generación local de electricidad, sustentada en el uso de energías renovables como la hidráulica, eólica, solar y biomasa. Cabe mencionar que, en ciertas zonas del Perú, la radiación solar en promedio alcanza valores no menores de 6kWh/m²/día, siendo una de las mejores radiaciones a nivel mundial, lo cual justifica el uso de la energía solar para satisfacer las demandas energéticas en zonas rurales (Flores, 2018).

1.2 PROBLEMÁTICA

En el Perú, la generación de electricidad se basa principalmente en dos métodos: uno de ellos es el uso de centrales hidroeléctricas que aprovechan la energía cinética del agua al caer desde alturas para poner en funcionamiento generadores, y el otro método implica centrales térmicas que convierten la energía térmica producida a través de motores de combustión en electricidad. Alrededor del 70% de la electricidad se produce mediante centrales hidroeléctricas, mientras que el resto proviene de centrales térmicas. Midagri 2020

Sin embargo, según el ANA, existe un déficit hídrico en el Perú por causa del calentamiento Global, lo que a futuro reducirá la producción hidroeléctrica, similar a lo que sucederá con el uso de combustible, por ser una fuente no renovable.

Según el INEI, a nivel nacional, el porcentaje de personas que tienen acceso a energía eléctrica pública es del 96%, lo que significa que hay un 4% o 1.34 millones de peruanos que aún no cuentan con acceso a esta fuente de energía usada básicamente para cocinar, comunicarse, acceder a información, entre otros.

Sociedad de Comercio Exterior del Perú 2020-2021, especifica aún más los porcentajes, para la población urbana la cobertura del alumbrado eléctrico y acceso a la red pública es 98.9, y la población rural en general sólo el 83.6% cuenta con este servicio, indicando un alto déficit de esta fuente de energía.

Por otra parte, las personas necesitan acceso a los servicios brindados por el estado, y una de las obras más importantes para ello son la ejecución de las carreteras, que en su derecho de vía permite el paso de los servicios de energía eléctrica, internet, entre otros. Sin embargo, el estado de las vías rurales y vecinales están muy deterioradas, ya que el 86% y 92% de estas no están pavimentadas (IPE, 2017).

Según el estudio realizado por CEPAL, un indicador para ver la conexión entre las zonas rurales con el interior del país es el índice de acceso rural (RAI), y el Perú presenta un valor de 37.2% lo que indica que existe cerca de 12.3 millones de personas que no tienen conexión a las carreteras (CEPAL, 2020).

El Perú viene presentando una continua mejora en el Índice de Desarrollo Humano (IDH) equivalente a 0.777 manteniéndose en el grupo de países que presenta un alto valor en este resultado, pero la situación actual muestra un resultado contrario al evaluar el acceso a oportunidades para todas las personas. Ello se comprueba al aplicar el Índice de Desarrollo Humano ajustado por desigualdad (IDH-D) equivalente a 0.628 (PNUD, 2020).

Según el Censo del INEI 2017, con respecto a las viviendas que cuentan con alumbrado público, si bien es cierto, se está ampliando el acceso a las viviendas para contar con energía eléctrica, aún el porcentaje restante es enorme en cuanto a población. En particular, para el departamento de Ucayali, solo el 77.2% de toda su población equivalente a 90 933 personas cuenta con la energía eléctrica de la red pública y el porcentaje restante, es decir, el 22.8% equivalente a 26 856 personas no cuentan con este beneficio (INEI, 2017).

La problemática descrita anteriormente se ve evidenciada en la zona de estudio comprendida por un tramo de carretera de 560 metros de la avenida 8 de Abril ubicado en la provincia de Padre Abad en el departamento de Ucayali, la cual presenta malas condiciones de conservación, dificultando el paso vehicular y el tránsito peatonal. Además, la zona no presenta un adecuado alumbrado público y las comunidades aledañas no cuentan con el abastecimiento de energía eléctrica de la red pública.

En base a lo expuesto sobre la problemática general del déficit de energía eléctrica y el mal estado de conservación de carreteras en el Perú y en particular en la zona de estudio perteneciente a un tramo de 560 metros de la av. 8 de Abril de la provincia de Padre Abad del departamento de Ucayali que presenta las mismas problemáticas generales, en la presente tesis se plantea el siguiente problema:

- Problema principal: ¿La tecnología fotovoltaica aplicada en un tramo de 560 metros de la av. 8 de Abril ubicada en la provincia de Padre Abad en el departamento de Ucayali, permitirá la generación de energía eléctrica para abastecer a las viviendas aledañas y a su vez contar con adecuada superficie de tránsito vehicular y peatonal, que además, sea factible su implementación?

- Problema específico 1: ¿En las condiciones físicas de la zona de estudio, será eficiente la generación de energía eléctrica al implementar esta tecnología, y será duradera durante su período de servicio?
- Problema específico 2: ¿Hasta qué punto resulta viable implementar la tecnología de pavimento fotovoltaico en las condiciones del área de estudio, teniendo en cuenta los indicadores económicos, la evaluación de beneficios y el análisis de costos a través de un estudio de inversión a nivel de perfil?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un estudio de inversión a nivel de perfil de una carretera solar o pavimento fotovoltaico para un tramo de 560 metros de la av. 8 de Abril de la provincia de Padre Abad en el departamento de Ucayali. Para analizar en primer lugar si esta tecnología permite contar con una adecuada superficie de rodadura para los vehículos y a su vez contribuir al suministro de energía eléctrica en la zona de estudio. En segundo lugar, se evaluará su factibilidad.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Investigar las condiciones físicas de la zona de estudio y analizar la tecnología de carretera solar o también llamada pavimento fotovoltaico.
2. Elaborar el estudio del proyecto de inversión a nivel de perfil y posterior evaluación del resultado.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

La implementación de la tecnología de pavimentos fotovoltaicos desarrollada en otro país permitirá el abastecimiento de energía eléctrica y contar con un adecuado acceso terrestre a la zona de estudio, permitiendo la mejora de las condiciones socio - económicas de la población aledaña contribuyendo a contar con una alternativa para ser implementada en otra zona con características similares.

1.4.2. Hipótesis específica

Conocer las condiciones de la zona de estudio y a su vez realizar el análisis del modelo de la tecnología de pavimento fotovoltaico permitirá conocer su eficiencia, durabilidad, implementación y funcionalidad de esta en la localidad.

La elaboración del proyecto de inversión a nivel de perfil de un sistema de carretera solar o pavimento fotovoltaico para un tramo de carretera de 560 metros de la av. 8 de Abril de la provincia de Padre Abad en el departamento de Ucayali permitirá la evaluación de la viabilidad de esta tecnología a través del análisis de indicadores económicos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA

Se define como proyecto de inversión pública a toda intervención que requiere financiamiento total o parcial con recursos públicos, destinados a la formación de capital físico, humano, institucional, intelectual y/o natural, que tenga como propósito crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad de producción de bienes y servicios. Del mismo modo, dentro de los proyectos del Estado se encuentran los proyectos de pre-inversión a nivel de perfil el cual se elabora con información secundaria de base de datos disponibles, publicaciones especializadas, entre otros.

2.1.1 Contenido mínimo para proyectos de inversión a nivel de perfil

La Directiva N°001-2019-EF/63.011 presenta los contenidos mínimos del proyecto de pre-inversión a nivel de perfil, entre los cuales se encuentra el diagnóstico del estado situacional, definición del problema y objetivos, análisis de oferta actual, oferta optimizada, demanda actual, proyección futura, análisis del tamaño óptimo, localización, tecnología y momento óptimo de la inversión. Además, la identificación, medición y valorización de los costos, evaluación social del proyecto de inversión, plan de implementación y el análisis de sostenibilidad.

2.1.2 Ciclo de un proyecto de inversión pública

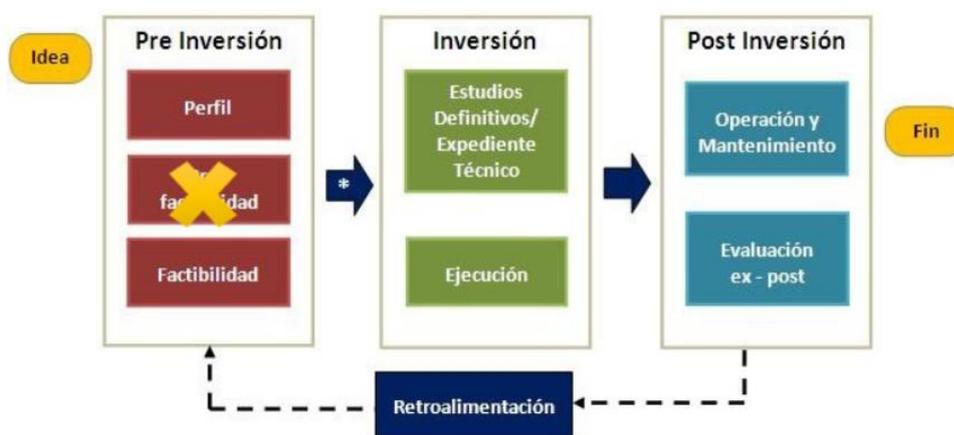


Figura N°2.1: Ciclo del proyecto

Fuente: DGPI-MEF

De acuerdo con la normativa establecida por el Sistema Nacional de Inversión Pública, todo proyecto atraviesa tres etapas:

2.1.2.1 Pre-inversión

En esta fase se identifican y analizan los problemas existentes y se propone la mejor alternativa de solución, se elabora el estudio a nivel de perfil, de prefactibilidad y el estudio de factibilidad. Esta etapa es importante ya que permite contar con la mayor información del proyecto para en base a ello los funcionarios públicos tengan menor riesgo al tomar la decisión de inversión evaluando además si el proyecto es viable o no según el diagnóstico y el análisis costo beneficio del proyecto.

2.1.2.2 Inversión

En esta etapa de inversión se realiza la ejecución del proyecto de la alternativa seleccionada en la etapa de pre-inversión y se pone en marcha conforme a los parámetros establecidos en la viabilidad emitida por la OPI (oficina de programación de inversiones).

2.1.2.3 Post Inversión

Esta etapa corresponde a las actividades a realizar luego de la ejecución del proyecto para la operación y mantenimiento de este.

2.1.3 Guía para la formulación de proyectos de inversión pública

Esta guía publicada por el Ministerio de Economía y Finanzas es un instrumento de orientación para el desarrollo de la tesis, en ella se brinda los ítems para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil donde se describe el contenido como sigue:

2.1.3.1 Módulo I: Aspectos generales

En este punto se desarrolla las características principales del Proyecto de Inversión Pública (PIP), en base a la información existente en el cual se establece: el nombre del proyecto, la localización, la unidad formuladora y unidad ejecutora, participación de los involucrados y marco de referencia.

2.1.3.2 Módulo II: Identificación

Se identifica el estado actual o condiciones existentes de la zona donde se proyecta la obra y cómo estas condiciones impactan socioeconómicamente en la población. Se describen las actividades económicas de la población y la

importancia de la situación. Se define el problema, las causas que lo genera y los efectos que produce.

Se describen el objetivo principal y los objetivos específicos que brinden una solución al problema descrito. Se desarrolla la propuesta con los detalles de sus componentes a ser implementados en la vía.

2.1.3.3 Módulo III: Formulación

En la formulación se calcula la demanda actual y proyectada, el cual tiene como componente principal a la población y la realización del estudio de tráfico. También se realiza el análisis de la oferta actual y futura describiendo la situación actual de la vía a intervenir e identificando futuros proyectos complementarios al propuesto, en base a ello se realiza el balance entre la oferta y la demanda.

Se desarrolla la ingeniería del proyecto, realizando los diseños necesarios para la realización de los metrados y estimar el costo real del proyecto planteado.

Se presenta información sobre el estado del suelo con prospecciones in situ (calicatas) para conocer la estratigrafía existente.

Se desarrolla la topografía con el uso de un sistema GPS para la realización de la poligonal horizontal y vertical. Con esta información se elabora las secciones transversales cada 560m de vía.

Comprende además la geología y geotecnia, la cual comprende identificar zonas de fallas en la vía y la estabilidad de esta consideradas en el proyecto.

Con respecto a las obras de drenaje e hidrología, se realiza un inventario de las obras de arte existentes y se analiza si es necesaria la implementación de una o más en el proyecto.

El desarrollo del diseño vial especifica la dimensión de la vía proyectada, el tipo de pavimentación, la zona de drenaje, el diseño de las capas de la subrasante, estabilidad del suelo y la señalización y seguridad vial.

Se estima el costo del mantenimiento rutinario y periódico con proyecto y mantenimiento rutinario y periódico sin proyecto. Se estima el costo total de la inversión que involucra la ejecución, costos de supervisión y elaboración del expediente técnico. Se utilizarán factores de corrección para la conversión a

precios sociales, siendo 0.75 aplicados a los costos de mantenimiento y 0.79 aplicado al costo de la inversión.

Se elaborarán los cronogramas para la elaboración del expediente técnico y la ejecución de la obra, así como también el cronograma de financiamiento.

2.1.3.4 Módulo IV: Evaluación

En este ítem se cuantifican los beneficios sociales brindados a la población y al usuario de la vía. Aplicando el método costo/beneficio se realiza la evaluación usando los indicadores VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno) y B/C (Relación beneficio costo).

Se realiza el análisis de sensibilidad que consiste en analizar la variación de la rentabilidad ante posibles variaciones que presente el proyecto, determinando el incremento máximo en el costo de inversión que puede soportar el proyecto.

El análisis de sostenibilidad describe los factores que garantizan la obtención de los beneficios esperados del proyecto.

Se realiza también la evaluación ambiental para identificar los impactos que se generen por la realización de las actividades durante la ejecución y mantenimiento del proyecto, una vez identificadas, se plantea las mitigaciones y se estima el costo para su implementación.

Se elabora una relación de los roles de los involucrados para la ejecución y operación del proyecto analizando las capacidades técnicas, capacidades administrativas y capacidades financieras requeridas para el desarrollo de las funciones adjudicadas.

Se analiza el tipo de financiamiento para la ejecución y operación del proyecto.

Finalmente se selecciona la alternativa que sea la más adecuada de acuerdo con los resultados de la evaluación y los análisis realizados señalando los criterios aplicados que sustente la selección.

2.2 CARRETERA SOLAR O PAVIMENTO FOTOVOLTAICO

2.2.1 CONCEPTO

Sinan Lia (2023) menciona que el elemento principal y diferenciador entre una carretera convencional y una carretera fotovoltaica es la celda solar, la cual fue

propuesta por primera vez por Becquerel en 1839. Esta celda solar se compone de dos semiconductores de tipo P y de Tipo N, la unión de ambas (PN), se forma en su interfaz. Al exponerse la celda solar a la radiación solar, los electrones almacenan la energía moviéndose a la región N cargándose negativamente, en efecto la región P por tal desplazamiento se cargará positivamente. De esta forma se produce la energía eléctrica continua.

Tao Ma (2014), desarrolló un modelo teórico en el programa Matlab para determinar los parámetros para el módulo solar fotovoltaico ajustándose a los resultados de modelos experimentales, este modelo permite calcular el rendimiento del proceso fotovoltaico en una celda en diferentes niveles de radiación solar y diferentes niveles de temperatura. Inclusive cabe resaltar que su modelo de simulación fue mejorado añadiendo factores como los efectos de la suciedad y el envejecimiento, como resultado obtuvo gran precisión para encontrar la curva de Intensidad vs Voltaje (I-V) y Potencia vs Voltaje (P-V) a diferentes temperaturas:

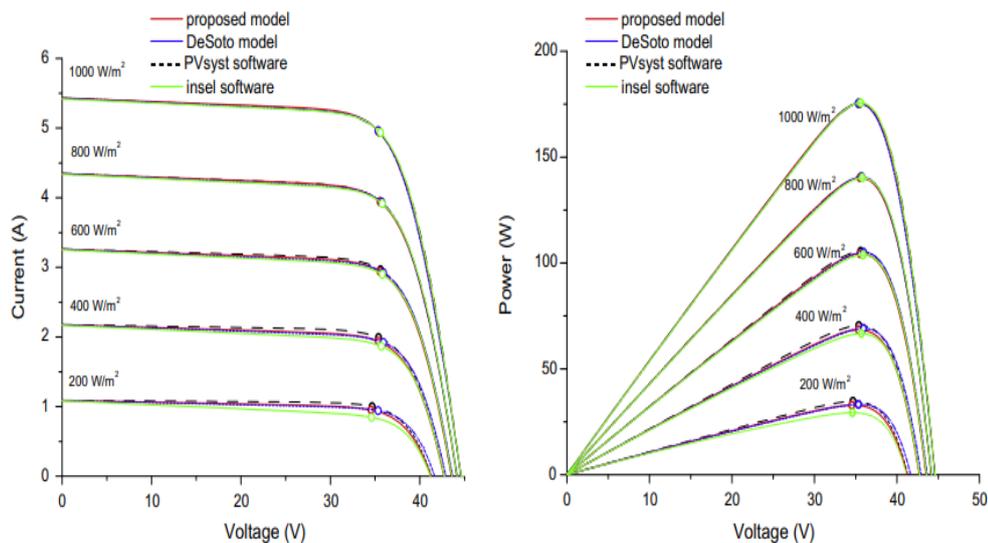


Figura N°2.2: Composición de la estructura de un pavimento fotovoltaico

Fuente: Tao Ma (2014)

Sinan Lia (2023), menciona además que la energía eléctrica continúa obtenida en las celdas fotovoltaicas se pueden transformar en energía eléctrica alterna por medio de un inversor de corriente. La energía producida será utilizada una parte para el propio funcionamiento de la celda fotovoltaica y la otra parte se conducirá

al borde de la carretera donde estarán ubicadas las baterías de almacenamiento, es a partir de estas baterías que se transportará para el uso en interés.

La generación de energía eléctrica que proporcionan los módulos solares, son generalmente de energía eléctrica continua, la cual no puede ser usada directamente por un consumidor, ya que la mayoría de los equipos eléctricos utiliza la energía eléctrica alterna. Para ello se deberá implementar un inversor de corriente. Cabe mencionar que uno de los grandes beneficios de la generación de la energía eléctrica continua es que se puede almacenar.

2.2.2. ESTRUCTURA

Según el informe de Sinan Lia (2023), para tener mayor facilidad en la fabricación y posterior instalación del pavimento fotovoltaico, estos son diseñados en módulos, el cual se compone de tres capas, mencionándoles desde la parte superior cuenta con una capa transparente, seguida de una capa funcional intermedia y la tercera consiste en una capa protectora en la parte inferior tal y como se muestra en la Figura N°2.3. Por debajo de esta estructura se encuentra el pavimento convencional compuesto comúnmente de la capa superficial, la capa base y la subbase.

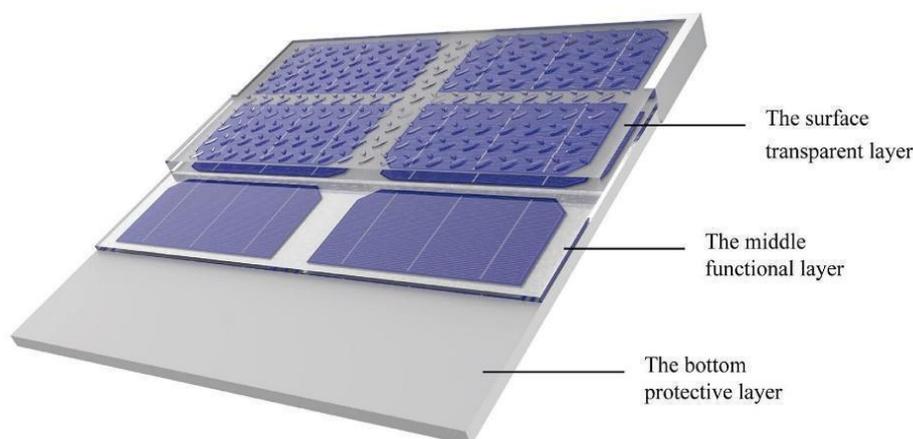


Figura N°2.3: Composición de la estructura de un pavimento fotovoltaico

Fuente: Sinan Lia (2023)

La capa superficial al estar en contacto con el tránsito vehicular es la que presenta mayor resistencia a la compresión, evitando así la deformación, por otra parte, en la superficie debe presentar rugosidad, para proveer resistencia al deslizamiento, de esta manera brinda seguridad en la conducción. Además de cumplir ello, la

transparencia debe ser alta, tal que permita la menor pérdida de energía solar transmitida a la celda solar.

Según lo descrito, en la capa central, donde se encuentra la celda solar, es la que se protege en ambos lados, tanto en su parte superior como en su parte inferior, Sinan Lia (2023), indica que además de la función de absorber la energía solar, también se le puede implementar elementos funcionales como calefactores (usados para climas helados), sensores (usados para medir la velocidad de los vehículos, medir la temperatura, entre otros) y luminarias Led (ideales para la señalización del pavimento para tráfico inteligente).

La capa inferior del módulo es la encargada de proteger la superficie bajo la capa central a la humedad, corrosión, deformación entre otros, y a su vez se encarga de transmitir la carga vehicular hacia las capas del pavimento convencional. Según Sinan Lia (2023), es en esta capa donde se suelen colocar las baterías para el almacenamiento de la energía excedente, para ser transferidas a la red pública.

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CARRETERA SOLAR

Un proyecto de carretera solar involucra principalmente dos aspectos: la concepción de una vía para el tránsito vehicular y a su vez el uso de módulos solares instalados en el mismo. Como se ha visto anteriormente, la estructura de un pavimento fotovoltaico consta de varias capas, capas propias de la subrasante (base y subbase) y capas propias de la estructura fotovoltaica cuyo conjunto tiene como objetivo principal brindar la estabilidad mecánica de la vía y a su vez brindar energía eléctrica de forma sostenible.

3.1 MODELOS DESARROLLADOS

El desarrollo de las carreteras solares está generando interés en todo el mundo, las mismas que ya se han puesto en marcha en algunos países como en Estados Unidos, Países Bajos, Alemania, Francia y China. Cada uno de estos proyectos tiene como objetivo la generación de energía fotovoltaica, utilizando las áreas libres de forma más eficiente. A continuación, se mencionan los proyectos desarrollados en la actualidad.

3.1.1 Solar Innova

Según la Revista Ciencia e Ingeniería 2022, Solar Innova ofrece módulos de pavimento fotovoltaico disponible en el mercado, indica además la composición de ella:

- *Vidrio Frontal:* Es del tipo templado y ultra transparente, cuya función es proteger la capa activa de la celda fotovoltaica Figura N°3.1 (1).
- *Encapsulante superior:* Material a base de polímeros de alta adherencia y durabilidad que encapsula los circuitos de la celda en la parte posterior Figura N°3.1 (2).
- *Cinta:* Son cintas para soldar las conexiones entre celdas fotovoltaicas Figura N°3.1 (3).
- *Célula:* Material de Silicio de alta resistencia encargado de generar la energía eléctrica. Figura N°3.1 (4).
- *Encapsulante inferior:* De la misma forma que el encapsulante superior, tiene la función de encapsular los circuitos de la celda. Figura N°3.1 (4).

- Vidrio trasero: Vidrio templado de alta resistencia y tiene la función de proteger la parte posterior de las celdas fotovoltaicas Figura N°3.1 (5).
- Caja de conexiones: Tiene como función la transmisión de la energía del módulo de capas, contiene diodos de protección Figura N°3.1 (6).

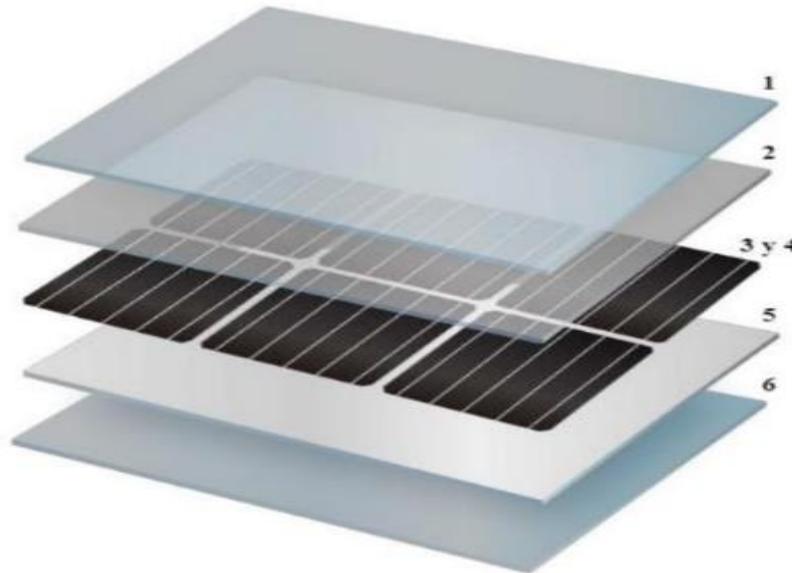


Figura N° 3.1: Estructura del pavimento Fotovoltaico Solar Innova

Fuente: Revista Ciencia e Ingeniería (2022)

3.1.2 Solar Roadways

Solar Roadways es una compañía instalada en Sandpoint a la orilla del lago Pend Oreille en el Estado de Idaho en Estados Unidos. Mehta, 2015 la describe como una compañía ascendente, que ha venido desarrollando paneles solares que son de uso vial con el fin de crear autopistas inteligentes, esto último lo logra con la adaptación de los módulos a un sistema programable. Además, de ello menciona que estos paneles son fabricados con materiales reciclados, este es un beneficio adicional a los beneficios que brinda el uso de carreteras solares.

Weihrich, R (2019), detalla sobre el proyecto realizado en una calle de Sandpoint. Esta consistió en una acera pequeña donde se instalaron 30 módulos solares SR3 en un área de 13.9 metros cuadrados por un monto de \$48,837. Cada uno de estos paneles con una potencia de 48 watts dando una capacidad de 1.44 KW.

Según las pruebas realizadas, sus módulos tienen la capacidad de soportar hasta 113 toneladas.

A continuación, se describen las capas que componen la estructura de pavimento fotovoltaico presentado por Solar Roadways Incorporated:

- *Capa de la superficie:*
- *Capa electrónica:* Aquí se ubican las celdas fotovoltaicas de tipo hexagonal que absorben la energía solar, contiene un microprocesador que sirve para detectar cargas en la superficie identificando, por ejemplo, si hay presencia de hielo para activar así el elemento calefactor para la remoción de la nieve. Este microprocesador también tiene la función de controlar la iluminación, las conexiones internas y el monitoreo de la vía.
- *Placa de 3 bases:* Esta capa también es resistente a la intemperie y tiene la función de distribuir la energía absorbida desde el panel

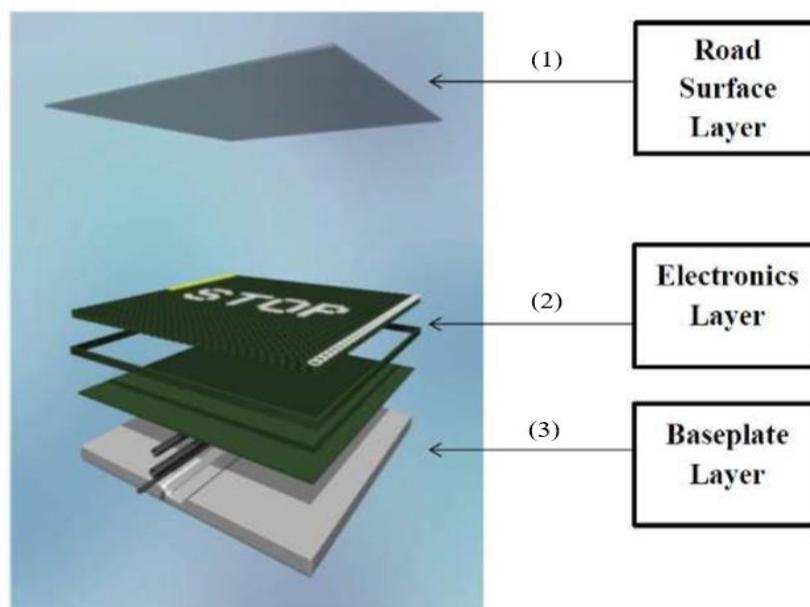


Figura N° 3.2: Estructura del pavimento Fotovoltaico Solar Roadways

Fuente: Solar Roadways Company

3.1.3 Colas

Pineda, J. D. (2018), en su revista técnica española menciona a “Colas”, una empresa francesa líder a nivel mundial en el desarrollo de infraestructuras de

transporte que juntamente con el Instituto Nacional de Energía Solar Francés, han desarrollado el proyecto Wattway, que consiste en la creación de paneles fotovoltaicos que son ultradelgados y de alta resistencia con buena superficie de agarre y de gran duración que se pegan al pavimento existente. La empresa empezó a utilizar paneles de silicio amorfo añadiendo una capa delgada de impermeabilizante compuesto de resinas y polímeros lo suficientemente translúcido para el paso de luz solar y altamente resistente para soportar el tráfico pesado, cada celda del panel mide 15cm de ancho.

Los beneficios brindados por este tipo de panel solar para carretera son:

- Cada 1000 metros lineales por 5 metros de ancho, brinda la energía eléctrica necesaria para una población de 5000 habitantes.
- 15 metros cuadrados brindan la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de 4 semáforos aproximadamente.
- 20 metros cuadrados por un lapso de 1000 horas anuales, brinda energía eléctrica para una vivienda y media.

La primera implementación de estos paneles fue ejecutada en Tourouvre-au-Perche aplicándose 3000 paneles en un kilómetro de vía, generando energía limpia, suficiente para el alumbrado público de su municipio.

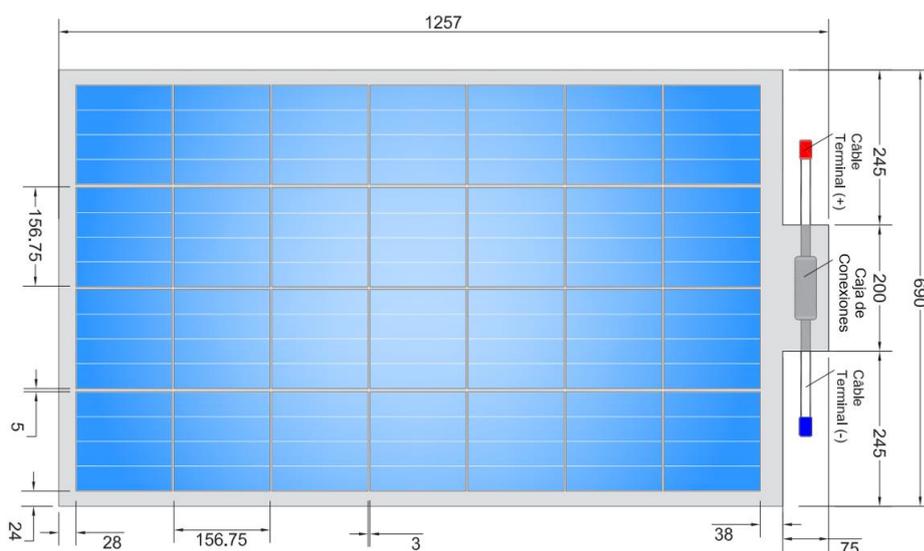


Figura N° 3.3: Estructura del pavimento Fotovoltaico Solar Roadways

Fuente: Solar Roadways Company

Otras implementaciones de estos paneles se han realizado en Estados Unidos, en Georgia (50m) y Fundación Ray C. Anderson (30 km).

3.1.4 SolaRoad

Según Ruiz F. (2017), SolaRoad empresa holandesa que planteó el uso de carreteras solares que podrían ser implantadas en los cuatrocientos cincuenta kilómetros cuadrados de carreteras con el fin de generar alumbrado público, carga para vehículos eléctricos, creación de sistemas de tráfico, entre otros.

El primer prototipo fue lanzado en el 2010, este fue a su vez sometido a diversas pruebas de laboratorio. El primer proyecto fue ejecutado en el 2014, siendo este una ciclovía de 70 metros de largo y 3.5 metros de ancho en Krommenie



Figura N° 3.4: Ciclovía en Krommenie, Holanda

Fuente: SolaRoad Netherlands

El sistema que compone su estructura es una losa de hormigón de 2,5mx3,5m , cubierta con un vidrio templado translúcido de 1 centímetro de espesor suficientemente resistente para el tránsito vehicular. Lo innovador de esta empresa es el desarrollo de *SolaRoad kit*, que permite la adquisición de sus módulos para proyectos de pequeña escala y personas que las quieran adquirir con el fin de reducir la contaminación ambiental a nivel mundial.

Según SolarRoad, los beneficios brindados por este tipo de pavimento fotovoltaico son:

- Duración equivalente a una carretera convencional
- Producción de energía solar equivalente a 130kWh/m²/año
- Prefabricado, asentado sobre la base granular compactada.
- Facilidad para conectarse a las redes eléctricas
- Costo similar a las carreteras convencionales.

3.1.5 Solmove

Solmove es una empresa alemana fundada en el 2014, su tecnología para la creación de superficie fotovoltaica para el tránsito vehicular brinda la generación de energía limpia, calefacción e iluminación de la vía y además brinda la carga para vehículos eléctricos de forma inductiva. Con un sistema muy similar al prototipo de la empresa Colas, son plegables a la superficie existente, cada módulo mide 1.4 metros cuadrados.

Entre los productos que ofrece están los *Voltstreet*, que es el producto principal que ellos ofrecen y se pueden utilizar en áreas grandes y carreteras como se muestra en la Figura N°2.6a, los módulos miden 1.2 metros x 1.2 metros estos se conectan entre sí por un conector ubicado en las esquinas.

El segundo producto que ofrecen es el *Solwalk* que son placas cuadradas de 0.6 metros de lado, para ser colocadas, en aceras, ciclovías, entre otros, así como se muestra en la Figura N°2.6b, estas a su vez cuentan con iluminación propia.



Figura N° 3.5: Módulos solares instalados en vía y estacionamiento

Fuente: Solmove Netherlands

Los beneficios brindados por este tipo de pavimento fotovoltaico son:

- Producción de energía eléctrica 100kWh/m²/año

- Mayor voltaje en las celdas es de 30 voltios
- Sujeción y resistencia al deslizamiento
- Durabilidad mínima de 20 años
- Absorción del ruido

3.2 MODELO ADOPTADO

Para la alternativa 1, el modelo adoptado para realizar el estudio de pre-inversión es el ofrecido por la empresa alemana Solmove, ya que ofrece ventajas competitivas a comparación con Solar Roadways de Estados Unidos, Wattway de Francia y SolaRoad de Países bajos. Solmove menciona tres ventajas principales:

Primero en comparación con el voluminoso tamaño de los módulos de Solar Roadways, los pesados bloques de hormigón de SolaRoad y el muy delgado módulo de Wattway, cuenta con un módulo de uso práctico y manejable, ya que puede extenderse con facilidad sobre el suelo.

Segundo, son reciclables, una vez que ya cumplieron su periodo de uso, se pueden retirar fácilmente de la carretera enrollándose y derivarlos al proceso de reciclaje evitando así la interrupción del tráfico.

La tercera que menciona es el alto rendimiento de la superficie de sus módulos, indica que la capa superior reduce las huellas dejadas el desgaste y tránsito vehicular, lo que mantiene con el paso del tiempo el rendimiento de las celdas.

En cuarto lugar, al tratarse de una empresa alemana, existe una significativa oportunidad de transferencia tecnológica para la fabricación de esta tecnología en Perú. Esto se fundamenta en la información proporcionada por la Embajada de Alemania en Lima en su página web, la cual indica que más de 1000 peruanos están estudiando en ese país. Esta circunstancia fomentará el desarrollo científico y tecnológico en Perú a medida que estos individuos regresen al país.

Para la Alternativa 2, el modelo adoptado para realizar el estudio de pre-inversión es el ofrecido por la empresa Solar Road, ya que se ha visto que son módulos que vienen en forma de losas prefabricadas para la directa instalación sobre la base y subbase de la vía.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO DE CARRETERA SOLAR

4.1. ASPECTOS GENERALES

4.1.1 Nombre del proyecto

El nombre del proyecto es “Elaboración del Estudio de pre-inversión a nivel de perfil de la carretera solar en la avenida principal de la provincia Padre Abad en el Departamento de Ucayali”

4.1.2. Unidad Formuladora

La Unidad formuladora es la Sub-Gerencia Territorial Padre Abad

4.1.3. Ubicación

Departamento : Ucayali
Provincia : Padre Abad
Distrito : Padre Abad



Figura N° 4.1: Mapa Departamental y provincial de Padre Abad

Fuente: Web



Figura N° 4.2: Ubicación del proyecto

Fuente: Google Earth

4.2. IDENTIFICACIÓN

4.2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, la avenida donde se ubica el proyecto se encuentra en mal estado de conservación y mantenimiento, la rasante se encuentra a nivel afirmado compactado, sin embargo, se encuentra material suelto como gravas y gravillas. Ante fuertes vientos, se genera desprendimiento de polvos, generando enfermedades respiratorias a los pobladores.

En consecuencia, la transitabilidad de los vehículos y peatones es inadecuada, viniendo a ser los adultos mayores, personas discapacitadas y niños los más afectados, ya que debido a estas irregularidades pueden tropezarse o generarse algún accidente.

Por otra parte, la presencia de vientos genera el desprendimiento del polvo que puede afectar enfermedades respiratorias en la población.

Si bien la población cuenta con el servicio de energía eléctrica de la red pública, la presente tesis busca implementar las carreteras solares para brindar energía eléctrica y así mejorar el alumbrado público, como se visualiza en la Figura N°4.4, en el margen derecho no se aprecia ningún tipo de alumbrado, sin embargo, al momento de realizar el diseño vial será considerada para ambos lados el tránsito peatonal, por lo que se requerirá de iluminación.



Figura N° 4.3: Situación actual de la carretera Av. 8 de abril

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 4.4: Situación actual de la carretera Av. 8 de abril

Fuente: Elaboración propia

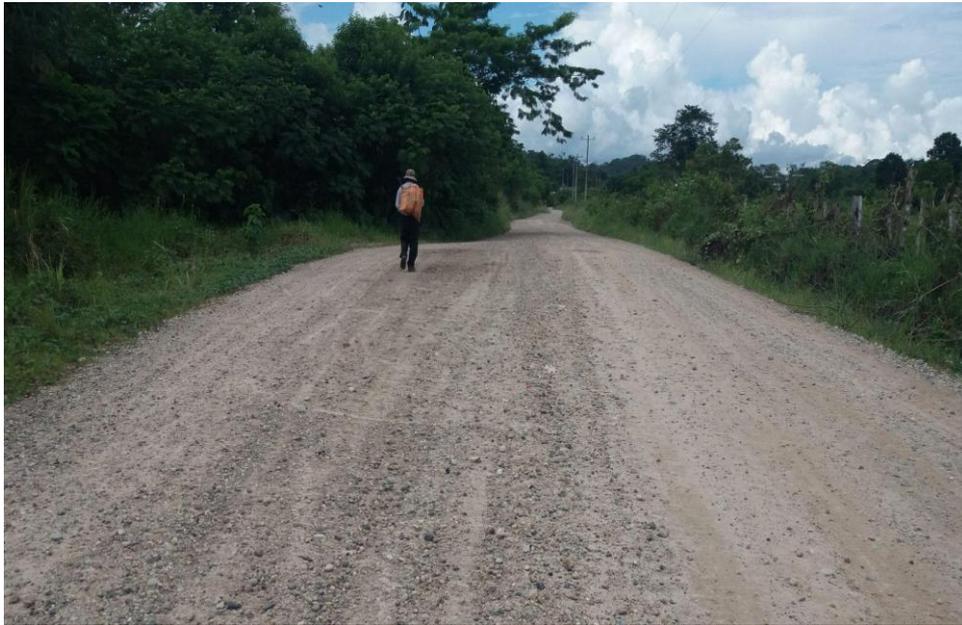


Figura N° 4.5: Situación actual de la carretera Av. 8 de abril

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. CONDICION CLIMÁTICA Y RADIACIÓN

Según Barreto 2017, el sol brinda su radiación durante aproximadamente 12 horas al día, todos los días del año, con una intensidad que oscila entre 4 y 6 kWh/m² diarios, considerablemente superior a la de Europa, que se sitúa entre los 2 y 3 kWh/m² al día. Esta mayor intensidad solar en la selva se aprovecha principalmente para la generación de electricidad. A través del efecto fotoeléctrico en los semiconductores, se logra convertir esta energía solar en electricidad, especialmente en áreas como ciudades y destinos turísticos que se encuentran alejados de la red eléctrica debido a las largas distancias y la densa vegetación. En estos lugares, la electricidad es esencial para alimentar dispositivos como electrodomésticos, teléfonos, iluminación, computadoras, entre otros.

Concluye además que, la energía solar ofrece grandes oportunidades para llevar electricidad incluso a comunidades marginadas y aisladas de la civilización. Sin embargo, el principal obstáculo radica en la alta inversión inicial necesaria. A pesar de esto, los paneles solares tienen una vida útil de 20 a 30 años o más, lo que los

convierte en una inversión única en términos de su durabilidad y beneficios a largo plazo.

4.2.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

El problema principal es que en la zona hay tramos de vía donde no se cuenta con alumbrado público, lo cual dificulta el tránsito de la población que se traslada hacia sus lugares de trabajo, que en muchas ocasiones lo hacen caminando. Siendo el lugar ubicado en la selva, circulan por esta vía no solo vehículos, sino también animales. Por ello es indispensable contar con una buena iluminación.

4.2.4. OBJETIVO DEL PROYECTO

Mejorar la transitabilidad de la avenida a intervenir y generar energía eléctrica de forma eco amigable con energía renovable para uso de alumbrado público para mejorar el bienestar de la población del área del proyecto.

4.2.5. PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL AFIRMADO

El afirmado existente será retirado, para la implementación de las nuevas capas para dar un óptimo funcionamiento al pavimento de diseño, a su vez se mantendrá la rasante actual que se encuentra al nivel de los accesos de las viviendas.

4.3. FORMULACIÓN

4.3.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El tramo de la avenida donde se proyecta el pavimento fotovoltaico mide 50 metros de largo el cual se diseñará con un ancho de 7.20 metros de ancho de calzada y 1.20 metros de ancho de vereda a cada lado.

La demanda actual está relacionada con la cantidad de vehículos que transitan por la vía así mismo por la población que vive en la zona del proyecto.

Para el cálculo de esta demanda, se realizaron encuestas de conteo vehicular, conforme a la normativa indicada por el MTC para el diseño geométrico de carreteras, que se ven a detalle en el Estudio de Tráfico, para el cálculo de la población se consideró el último censo realizado en Ucayali. Para ambos casos se obtuvieron las demandas actuales y proyectadas.

Por otro lado se encuentra la población que transita por esta avenida, ya que les permite el desarrollo económico al facilitar el transporte de productos locales hacia los mercados y permitir la llegada de insumos y bienes necesarios para las comunidades. Esto permite impulsar la economía local y mejorar la calidad de vida de los residentes. A su vez, facilita el acceso a servicios esenciales, como atención médica, educación y suministros básicos. Las comunidades aisladas pueden beneficiarse enormemente al poder acceder más fácilmente a centros de salud, escuelas y mercados.

4.3.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA

4.3.2.1 *Oferta Actual*

La oferta actual está constituida por una carretera que se encuentra terminada a nivel de afirmado en malas condiciones de conservación, la longitud del tramo que une dos puentes es de 560 metros y un ancho de 10 metros.

Esta vía actualmente presenta baches y ahuellamientos debido al efecto de las intensas lluvias presentes en la zona, además el drenaje presenta vegetación, que impide el libre paso del agua recolectada.

El agua estancada favorece el incremento de zancudos y bacterias que afectan a la población.

Los accesos a este tramo son por la av. 8 de Abril y la carretera Federico Basadre. Esta vía conecta el Distrito de Huipoca con ciertos pueblos y caseríos que se encuentran alejadas de los centros comerciales, centros de salud y educación. Las personas que residen en estos lugares se dedican a la tala y a la agricultura, por lo que usan esta carretera para comercializar sus productos.

4.3.2.2 *Oferta Proyectada*

Para el presente trabajo de investigación se proyectarán dos alternativas, las cuales son planteadas con el fin de comparar los costos y beneficios que ambas implican al ser ejecutadas.

4.3.2.2.1. Alternativa 1

La alternativa 1, considera a la tecnología planteada en el presente trabajo de investigación, es decir, implementa los módulos fotovoltaicos estudiados en el Capítulo III.

Cuadro N°4.1: Descripción técnica de carretera correspondiente a la Alternativa 1

Descripción de Carretera – Alternativa 1	
Pista o Calzada	
Longitud (m)	560
Topografía	Plana - Horizontal
Ancho de derecho de Vía (m)	Variable
Ancho de Superficie de Rodadura (m)	7.00 - 14.00
Área (m ²)	219,483.78
Nº de Carriles	1 - 2 carriles por sentido
Velocidad Directriz (km/hora)	40
Tipo de Superficie de Rodadura	Panel fotovoltaico
Bombeo (%)	2
Cunetas	
Material	Concreto f'c=210 kg/cm ²
Ancho (m)	0.6
Peralte (m)	0.6

Fuente: Elaboración Propia

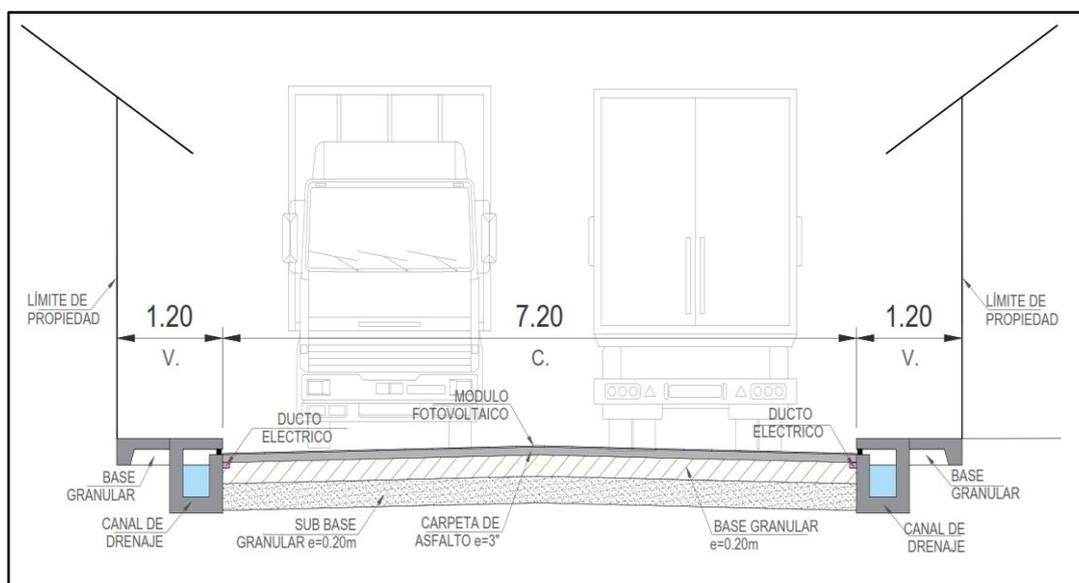


Figura N°4.6: Sección transversal de Alternativa 1

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2.2. Alternativa 2

La alternativa 2, se basa en lo convencional para un pavimento flexible, se ha elaborado según el diseño de pavimentos indicado en el Manual de suelos y pavimentos del MTC desarrollados en el presente informe, a continuación, se presentan las características técnicas correspondientes.

Cuadro N° 4.2: Descripción técnica de carretera correspondiente a la Alternativa 2

Descripción de Carretera – Alternativa 2	
Pista o Calzada	
Longitud (m)	560
Topografía	Plana - Horizontal
Ancho derecho de Vía (m)	Variable
Ancho de Superficie de Rodadura (m)	7.00 - 14.00
Área (m ²)	219,483.78
N° de Carriles	1 – 2 por sentido
Velocidad Directriz (km/hora)	40
Tipo de rodadura	Carpeta asfáltica
Bombeo (%)	2
Cunetas	
Material	Concreto f'c=210kg/cm ²
Ancho (m)	0.6
Peralte (m)	0.6

Fuente: Elaboración Propia

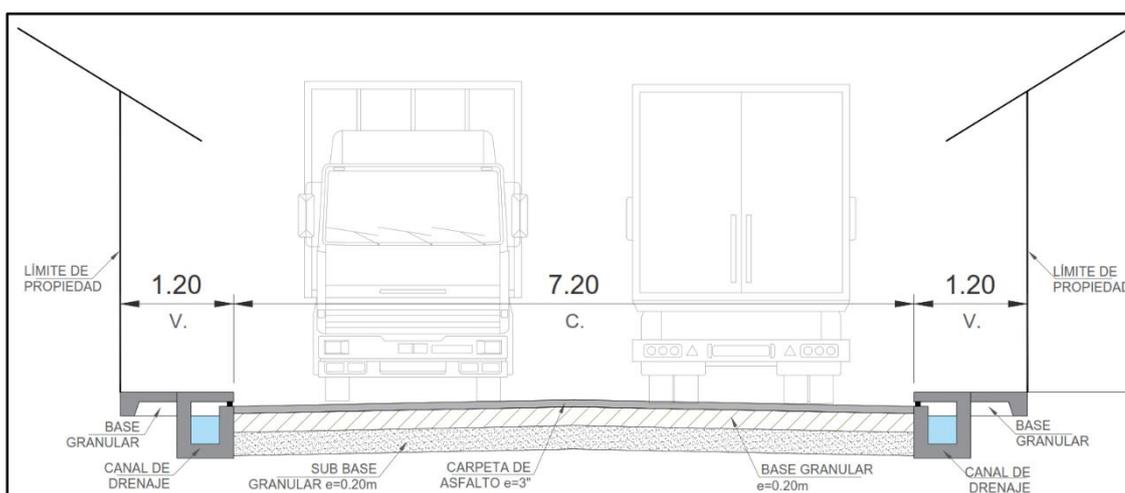


Figura N°4.7: Sección transversal de Alternativa 2

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3 BALANCE OFERTA Y DEMANDA

Aquí se calcula la demanda que no es atendida adecuadamente durante el periodo de evaluación del proyecto (déficit o brecha) comparadas con la demanda y oferta proyectada. A continuación, se presenta un cuadro descriptivo en base a lo encontrado en el ítem 4.3.2.1 de los valores encontrados:

Cuadro N°4.3: Balance de oferta y demanda

OFERTA	DEMANDA ACTUAL Y DEMANDA PROYECTADA	BALANCE
Actualmente existe una vía de 560 metros de longitud y 10 metros de ancho, conformada por material afirmado compactado y en malas condiciones de conservación, ello genera retrasos en el tráfico de vehículos.	El IMD actual es de 417 vehículos. De acuerdo con la Proyección de la Demanda, esta muestra un tráfico total de 590 vehículos, al año 2043	En las condiciones actuales existe un déficit de oferta.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 ASPECTO TÉCNICO

Se realizará la descripción de 2 alternativas, la primera se realizará aplicando el pavimento fotovoltaico, la segunda alternativa consistirá en el modelo convencional (en el capítulo VII se desarrollará la evaluación de ambas alternativas).

4.3.4.1 Informe de tráfico

El presente informe se ha desarrollado con la información obtenida del conteo vehicular realizado en campo, por un lapso de 7 días con fecha jueves 6 de abril al miércoles 12 de abril del 2023 registrando el paso de los vehículos en ambos sentidos.

De esta forma se ha determinado el flujo del transporte de pasajeros y de carga actual. Con esta información se pretende proyectar el volumen de tráfico a 20 años según lo establece el Manual de diseño geométrico de carreteras:

Cuadro N°4.4: Resumen de conteo de tráfico

DIA	Motos	Trimotos	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS				CAMION				TOTAL
					Pick UP	Suv	Minivan	2E	3E	4E	5E	6E	
JUEVES	51	138	73	7	43	23	9	21	13	0	1	6	385
VIERNES	74	124	73	6	24	30	16	25	15	0	4	5	396
SABADO	92	129	67	3	32	28	26	30	12	0	5	8	432
DOMINGO	96	137	70	2	30	28	47	16	18	0	8	8	460
LUNES	79	132	62	5	47	27	18	42	17	0	6	5	440
MARTES	59	130	74	5	34	25	16	23	15	0	2	4	387
MIERCOLES	76	134	77	5	47	26	21	21	9	0	2	4	422
TOTAL	527	924	496	33	257	187	153	178	99	0	28	40	2922
IMD	75	132	71	5	37	27	22	25	14	0	4	6	417

Fuente: Elaboración Propia

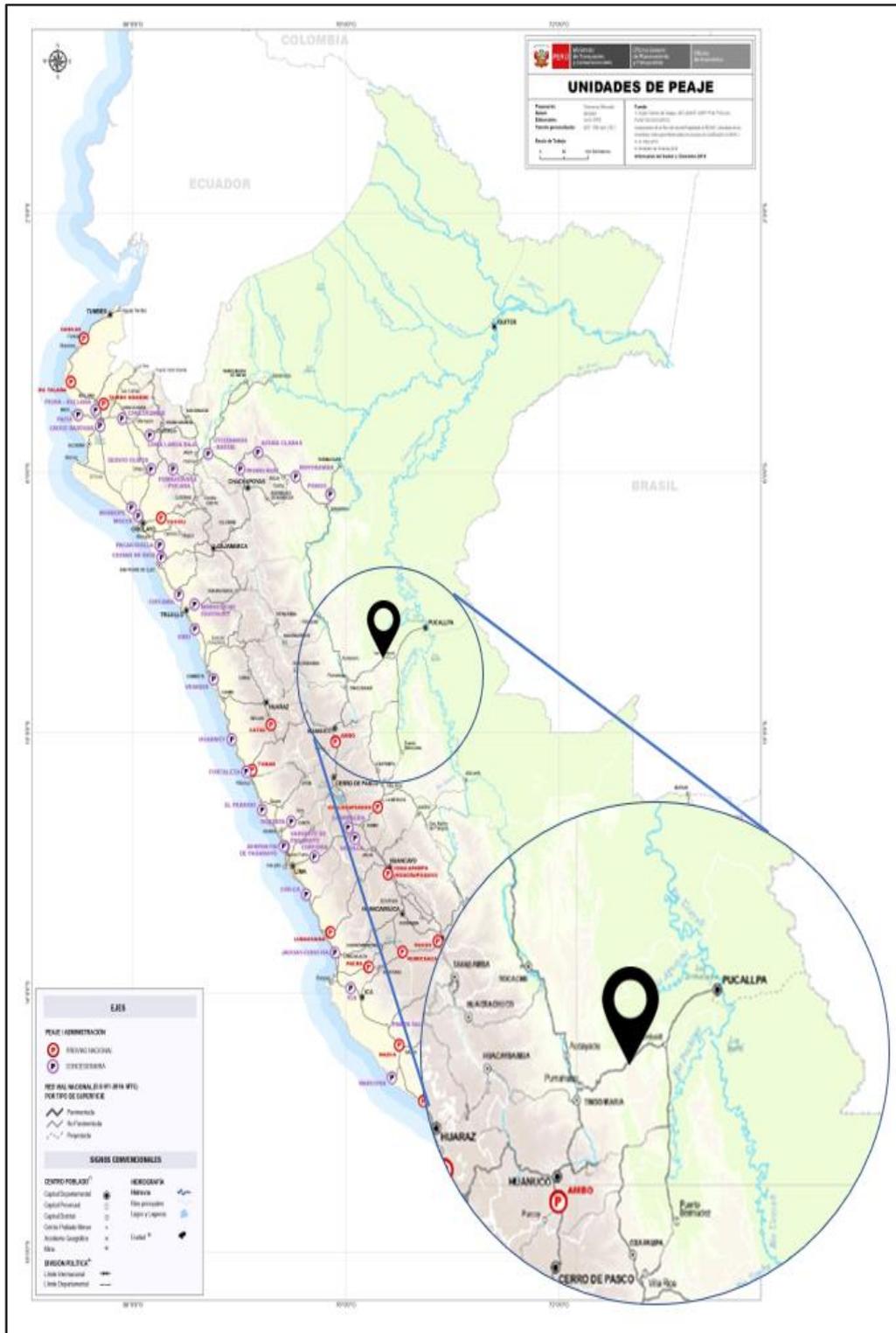


Figura N°4.8: Mapa de peajes a nivel nacional

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El conteo realizado se efectuó durante el mes de abril, sin embargo, para obtener un resultado promedio anual, se aplica el factor de corrección mensual, (FCm), proporcionada por Provias – Descentralizado, de la unidad de peaje más cercana al proyecto. Ambo es el peaje más cercano y para el mes de mayo el factor de corrección es 0.754897523871853 para vehículos ligeros y para vehículos pesados es 0.776193871906903.

$$FCm = \frac{IMD \text{ anual}}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad de peaje}}$$

Cuadro N°4.5: Índice Medio de tráfico según Unidad de Peaje

DESCRIPCION	VEHICULOS LIGEROS							VEHICULOS PESADOS					TOTAL
	Motos	Trimotos	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			CAMION					
					Pick UP	Suv	Minivan	2E	3E	4E	5E	6E	
													
IMDs	75	132	71	5	37	27	22	25	14	0	4	6	418
%	18.04	31.62	16.97	1.13	8.80	6.40	5.24	6.09	3.39	0.00	0.96	1.37	100%
IMDsxFC	57	100	54	4	28	20	17	19	11	0	3	5	316

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Con estos valores se procede a realizar la proyección del tráfico, aplicando los factores calculados por el MTC en base a la experiencia de diversos estudios y trabajo de campo el cual muestra una relación directa entre el crecimiento del tráfico con el crecimiento de la economía del país y el crecimiento de la población.

De aquí se deduce que el tráfico crecerá, se realice o no el proyecto de la carretera debido al crecimiento de la población circundante, sin embargo, al ejecutarse la carretera, adicionalmente se generará más tráfico por la elección del transeúnte

Estas tasas son el crecimiento del PBI y el crecimiento de la población, para proyectar el tráfico normal se ha utilizado la siguiente fórmula según Manual del MTC:

$$Tn = To (1 + Ri)^n$$

Donde:

T_n = Tráfico en el tramo en el año n

T_o = Tráfico en el tramo, en el año base

R_i = Tasa anual de generación de viajes

n = Años del periodo de diseño

La tasa de crecimiento macroeconómicas de las dos variables corresponde al PBI y tasa de crecimiento de la población a nivel del departamento Ucayali.

Según el reporte regional emitido por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo la tasa de crecimiento del PBI correspondiente a los años 2017.2021 es 1.8, y la Tasa de crecimiento de la población fue 2.7 estos valores se aplicarán como tasa anual para vehículos ligeros y vehículos pesados respectivamente. A continuación, se muestra la tabla para el tráfico en el año inicial 2023 y el proyectado al 2043 donde se aplica la fórmula del Manual del MTC.

Cuadro N° 4.6: Cuadro de proyección de tráfico 2023.2043

PERIODO DE DISEÑO (20 AÑOS)				
VEHICULOS	IMDXFC	2023	--->	2043
Motos	57	57	--->	96
Trimotos	100	100	--->	170
Automóvil	86	86	--->	147
Station Wagon	4	4	--->	6
Pick up	28	28	--->	48
SUV	20	20	--->	35
Minivan	17	17	--->	28
Camión 2E	20	20	--->	33
Camión 3E	11	11	--->	16
Camión 4E	0	0	--->	0
Camión 5E	3	3	--->	4
Camión 6E	5	5	--->	7
				590

Fuente: Elaboración propia

Del Cuadro anterior, como resultado de la suma del conteo proyectado para el año 2043, se obtiene el IMD (Índice medio diario) equivalente a 590.

A continuación, se procede a calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) el cual indica que la demanda de tráfico de vehículos pesados es la que tiene mayor importancia. La unidad de medida para los efectos del tránsito en el deterioro del pavimento son los EE (Ejes equivalentes), el cual calcula la cantidad de ejes simples cargados con 8.2 ton y neumáticos de 80 lbs/pulg² equivalentes para el tráfico proyectado. Se muestra en el Cuadro N°4.4 configuración de los ejes para los tipos de vehículos encontrados en el conteo vehicular.

Cuadro N°4.7: Cuadro de configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

La relación de cada eje con los ejes equivalentes se muestra en el Cuadro N°4.5 para su respectivo cálculo. según el Manual MTC, estos valores son aplicados para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos.

Cuadro N°4.8: Cuadro de ejes equivalentes

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 ton})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

La normativa aplica este cálculo de ejes equivalentes solo para los vehículos pesados, los cuales vienen a ser el camión de 2E, el camión de 3E, el camión de 4E, el camión de 5E y el camión de 6E. Para los vehículos ligeros (auto, trimoto, moto, camionetas y minivan) se considerará como ejes simples cuyo peso será calculado como la carga de vehículo + la carga de pasajeros. En el cuadro N°4.6 se muestra el cálculo de los pesos para los vehículos ligeros.

Cuadro N° 4.9: Cuadro de peso de ejes de vehículos ligeros

VEHICULO LIGERO	PESO NETO (kg)	N° PERSONAS (PASAJEROS)	CARGA ADICIONAL (kg)	PESO DE CARGA (kg)	PESO TOTAL (kg)	CARGA POR EJE (TON)
Motos	133	2	---	160	293	0.15
Trimotos	240	4	100	320	660	0.33
Automóvil	2000	5	200	400	2600	1.30
Station Wagon	2000	5	300	400	2700	1.35
Pick up	1980	5	770	400	3150	1.58
Suv	1380	5	225	400	2005	1.00
Minivan	1475	11	---	880	2355	1.18

Fuente: Elaboración Propia

Con estos valores se procede a calcular los ejes equivalentes para los vehículos ligeros aplicando la ecuación del cuadro N°4.5 tomando en cuenta que cada uno de estos ejes son del tipo simple, se obtiene los siguientes valores:

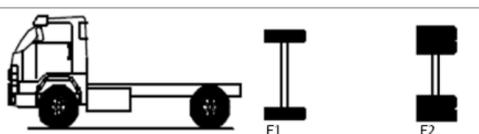
Cuadro N°4.10: Cuadro de ejes equivalentes para vehículos ligeros

TIPO DE VEHICULO		IMDa	TIPO	NUMERO	CARGA	E 8.2 ton
		2043	EJE	LLANTAS	EJETs	
VEHICULOS LIGEROS	Motos	96	SIMPLE	2.00	0.15	0.00000024
	Trimotos	170	SIMPLE	3.00	0.33	0.00000625
	Auto movil	147	SIMPLE	2.00	1.30	0.00150521
			SIMPLE	2.00	1.30	0.00150521
	Station Wagon	6	SIMPLE	2.00	1.35	0.00175049
			SIMPLE	2.00	1.35	0.00175049
	Pick up	48	SIMPLE	2.00	1.58	0.00324300
			SIMPLE	2.00	1.58	0.00324300
	Suv	35	SIMPLE	2.00	1.00	0.00053231
			SIMPLE	2.00	1.00	0.00053231
Minivan	28	SIMPLE	2.00	1.18	0.00101314	
		SIMPLE	2.00	1.18	0.00101314	

Fuente: Elaboración Propia

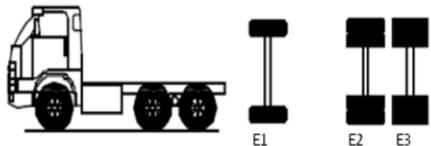
Para obtener los ejes equivalentes de los vehículos pesados se ha tomado como referencia los ejemplos para camiones Tipo C2, C3 y T3S3, que presenta el Manual de carreteras del MTC, mostrados en la Figura N°4.7, Figura N°4.8 y Figura N°4.9.

Cuadro N°4.11: Factores de Equivalencia por Eje y Factor Camión C2

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C2								12.30
	$EE_{e1} = [P / 6.6]^4$	$EE_{e2} = [P / 8.2]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						
Peso	7	10						
Factor E.E.	1.265	2.212						Total Factor Camión C2 3.477

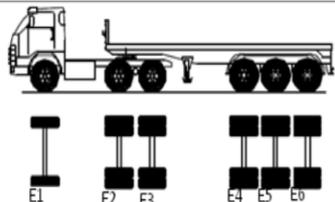
Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Cuadro N°4.12: Factores de Equivalencia por Eje y Factor Camión C3

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C3								13.20
	$EE_{S1} = [P / 6.6]^4$		$EE_{T2} = [P / 15.1]^4$					
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8					
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16						
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem						
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3
Peso	7	16						2.526
Factor E.E.	1.265	1.261						

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Cuadro N°4.13: Factores de Equivalencia por Eje y Factor Camión T3S3

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
T3S3								20.50
	$EE_{S1} = [P / 6.6]^4$		$EE_{T2} = [P / 15.1]^4$			$EE_{T3} = [P / 21.8]^4$		
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8	7	8	8		
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16		23				
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem				
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble				Total Factor Camión T3S3
Peso	7	16		23				3.758
Factor E.E.	1.265	1.261		1.232				

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Cuadro N° 4.14: Cuadro de ejes equivalentes para vehículos pesados

TIPO DE VEHICULO		IMDa	TIPO	NUMERO	CARGA	E 8.2 ton
		2043	EJE	LLANTAS	EJE Ts	
VEHICULOS PESADOS	Camion 2E	33	SIMPLE	2.00	7.00	1.26536675
			DOBLE	4.00	10.00	2.21179357
	Camion 3E	16	SIMPLE	2.00	7.00	1.26536675
			TANDEM	8.00	16.00	1.26058502
	Camion 4E	0	SIMPLE	2.00	7.00	1.26536675
			TRIDEM	12.00	23.00	1.23241858
	Camion 5E	4	SIMPLE	2.00	7.00	1.26536675
			DOBLE	4.00	10.00	2.21179357
	Camion 6E	7	TRIDEM	12.00	23.00	1.23241858
			SIMPLE	2.00	7.00	1.26536675
			TANDEM	8.00	16.00	1.26058502
			TRIDEM	12.00	23.00	1.23241858

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, para el cálculo del Esal de diseño según el MTC se requiere aplicar el factor direccional y factor carril, cuyo factor ponderado corresponde generalmente a la mitad del tránsito calculado que circula en ambas direcciones, sin embargo, en algunos de estos casos puede ser mayor en una dirección con respecto de la otra. Para el presente trabajo, se aplicarán los factores para el tránsito en una sola calzada y en dos sentidos, en el cuadro siguiente presentado por el MTC se muestran los valores de los factores:

Cuadro N°4.15: Cuadro de peso de ejes de vehículos ligeros

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Otro factor para el cálculo del Esal de diseño es el factor de crecimiento acumulado, que según el Manual del MTC aplica la siguiente ecuación:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

n= Periodo de diseño

r= Tasa de crecimiento anual

En la ecuación para hallar el Fca se aplica los valores de las tasas anuales encontradas para el crecimiento del PBI y el crecimiento de la población del departamento Ucayali.

Cuadro N°4.16: Cuadro de cálculo del Fca para vehículos ligeros

Fca (vehículos ligeros):	
r%	2.7
años	20
Fca	26.07

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°4.17: Cuadro de cálculo del Fca para vehículos pesados

Fca (vehículos pesados):	
r%	1.80
años	20.00
Fca	23.82

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°4.18: Factor de ajuste por presión de neumático (Fp)

Espeso de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contaco del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota:

- EE = Ejes Equivalentes
- Presión de inflado del neumático (Pin): esta referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículos pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el factor de ajuste igual al espesor de 50 mm.

Fuente: Elaboración propia, en base a correlaciones con la figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manula MS-1 del Instituto de Asfalto

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

La ecuación indicada en el Manual de Carreteras para hallar los ejes equivalentes es:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$$

Donde:

IMD_{pi} = Índice medio diario para el vehículo pesado seleccionado, sin embargo, para el presente trabajo se aplicará también para vehículos livianos

F_d = Es el Factor direccional, descrito en el Cuadro N°4.7

F_c = Es el Factor de corrección, descrito en el Cuadro N°4.7

Fvpi = Factor del vehículo pesado seleccionado, sin embargo, para el presente trabajo se aplicará también para vehículos livianos.

Fpi = Factor de presión de neumáticos, descrito en el Cuadro N°4.10, se utilizará el factor correspondiente para un espesor de capa de rodadura de 50 mm y presión de contacto de neumático 120 psi en promedio tomando como referencia la recomendación de la empresa Fuso, aplicando el factor 0.90 que indica el encabezado del cuadro, se obtiene 108 psi, el factor ponderado obtenido es 2.06

Reemplazando los valores en la ecuación para hallar los ejes equivalentes para cada vehículo, se obtiene:

Cuadro N°4.19: Cálculo de los ejes equivalentes

TIPO DE VEHICULO		IMDa	E 8.2ton (Fvpi)	Fd	Fc	Fpi	EE día-carril
		2043					
VEHICULOS LIGEROS	Motos	96	0.0000002	0.5	1	2.06	0.000024
	Trimotos	170	0.0000063	0.5	1	2.06	0.001095
	Automóvil	147	0.0015052	0.5	1	2.06	0.227761
			0.0015052	0.5	1	2.06	0.227761
	Station Wagon	6	0.0017505	0.5	1	2.06	0.011617
			0.0017505	0.5	1	2.06	0.011617
	Pick up	48	0.003243	0.5	1	2.06	0.159267
			0.003243	0.5	1	2.06	0.159267
	Suv	35	0.0005323	0.5	1	2.06	0.019077
			0.0005323	0.5	1	2.06	0.019077
Minivan	28	0.0010131	0.5	1	2.06	0.029585	
		0.0010131	0.5	1	2.06	0.029585	
VEHICULOS PESADOS	Camión 2E	33	1.2653667	0.5	1	2.06	43.668305
			2.2117936	0.5	1	2.06	76.329868
	Camión 3E	16	1.2653667	0.5	1	2.06	20.274489
			1.260585	0.5	1	2.06	20.197873
	Camión 4E	0	1.2653667	0.5	1	2.06	0
			1.2324186	0.5	1	2.06	0
	Camión 5E	4	1.2653667	0.5	1	2.06	5.792711
			2.2117936	0.5	1	2.06	10.12535
			1.2324186	0.5	1	2.06	5.641878
	Camión 6E	7	1.2653667	0.5	1	2.06	8.689067
1.260585			0.5	1	2.06	8.656231	
1.2324186			0.5	1	2.06	8.462817	

Fuente: Elaboración propia

Según el Manual de Carreteras, el paso final es hallar el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el periodo de diseño haciendo uso de la siguiente ecuación:

Donde:

$$EE \text{ día - carril} = N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE \text{ día} - \text{carril} \times Fca \times 365]$$

Son los ejes equivalentes encontrados en el Cuadro N°4.11 por vehículo.

Factor de crecimiento acumulado, hallados en el cuadro N°4.8 y el cuadro N 4.9.

365 = Cantidad de días del año

Aplicando esta ecuación, se hallará el ESAL de diseño, a continuación, se muestra el cuadro de operación:

Cuadro N°4.20: Cálculo del ESAL de diseño

TIPO DE VEHICULO		EE día-carril	Fca	Días por año	Esal de Diseño
VEHICULOS LIGEROS	Motos	0.000024	26.07	365.00	0.23
	Trimotos	0.001095	26.07	365.00	10.42
	Automóvil	0.227761	26.07	365.00	2166.88
		0.227761	26.07	365.00	2166.88
	Station Wagon	0.011617	26.07	365.00	110.53
		0.011617	26.07	365.00	110.53
	Pick up	0.159267	26.07	365.00	1515.23
		0.159267	26.07	365.00	1515.23
	Suv	0.019077	26.07	365.00	181.49
		0.019077	26.07	365.00	181.49
Minivan	0.029585	26.07	365.00	281.46	
	0.029585	26.07	365.00	281.46	
VEHICULOS PESADOS	Camión 2E	43.668305	23.82	365.00	379654.50
		76.329868	23.82	365.00	663615.81
	Camión 3E	20.274489	23.82	365.00	176267.46
		20.197873	23.82	365.00	175601.35
	Camión 4E	0.000000	23.82	365.00	0.00
		0.000000	23.82	365.00	0.00
	Camión 5E	5.792711	23.82	365.00	50362.13
		10.125350	23.82	365.00	88030.32
		5.641878	23.82	365.00	49050.78
	Camión 6E	8.689067	23.82	365.00	75543.20
8.656231		23.82	365.00	75257.72	
8.462817		23.82	365.00	73576.17	
				ESAL DE DISEÑO	1815481.26

Fuente: Elaboración propia

El ESAL de diseño obtenido es 1,815,482.26, el cual representa la suma de los ejes equivalentes obtenidos y se clasifica como Tipo P6 según el cuadro N°4.21

Cuadro N°4.21: Clasificación por tipo de tráfico pesado según Ejes Equivalentes

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T _{P15}	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

4.3.4.2 Informe de Suelos y pavimentos

Para el desarrollo del informe se ha considerado el uso del Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC 2014, siendo esta la última versión a la fecha.

La metodología aplicada consiste en tres etapas, la primera es la inspección realizada en campo, de forma manual se excavó una calicata de 1.0 m x 1.0m por 1.52 metros de profundidad ver Fig. N°4.9, en conformidad de la normativa la cual indica que la profundidad mínima debería ser 1.50 metros.

El tipo de suelo encontrado corresponde a arcilla con finos y gravas de dimensiones medianas.

Figura N° 4.9: Exploración manual Calicata de 1.52m de profundidad



Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa consistió en la recopilación brindada por el estudio de suelos realizado en un tramo cercano al proyecto, cuyas propiedades físicas fueron obtenidas.

Cuadro N° 4.22: Resultado de Laboratorio de Calicata 1

CALICATA 1	
Profundidad	1.50m
SUCS	ML
AASHTO	A-4(1)
% de humedad	28.1
LL	28.7
LP	24.5
I.P	4.1
Máxima densidad seca	2.15
Optimo contenido de humedad	8.4
CBR 100%	8.39

Fuente: Seace

Cuadro N° 4.23: Resultado de Laboratorio de Calicata 2

CALICATA 2	
Profundidad	1.50m
SUCS	ML
AASHTO	A-4(0)
% de humedad	27.2
LL	27.3
LP	24
I.P	4.4
Maxima densidad seca	1.95
Optimo contenido de humedad	9.4
CBR 100%	7.56

Fuente: Seace

La tercera etapa, consiste en realizar los cálculos de los espesores del pavimento, aplicando el Capítulo XII: Pavimentos Flexibles del Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Según este manual para el dimensionamiento del pavimento se requiere básicamente de dos parámetros la primera son las cargas aplicadas al pavimento por el tráfico vehicular la cual se obtuvo un ESAL de diseño de 1,815,482.26 que clasifica a la vía como tipo P6

La segunda son las características del suelo donde se asentará el pavimento es decir la subrasante que el manual lo clasifica según el CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) según el Cuadro N°4.14.

Cuadro N° 4.24: Categoría de Subrasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

La metodología empleada se aplica para un periodo de diseño de 20 años de la estructura del pavimento y consiste en el cálculo del Número estructural requerido (SNr) el mismo que servirá para establecer los espesores de las capas del pavimento.

La ecuación para el diseño de pavimentos flexibles indicada en el Manual es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

A continuación, se describen y determinan los factores empleados para esta ecuación:

W18

Corresponde a la suma de ejes equivalentes, calculados en el informe de tráfico cuyo valor es 1,815,482.26.

Mr: Módulo resiliente

Este factor es una medida para la rigidez de la subrasante, la cual se asocia a los valores obtenidos en el ensayo CBR que se encuentran en los cuadros N°4.12 (CBR= 8.39) y N°4.13 (CBR= 7.56) encontrándose un promedio de 7.98 entre estos dos valores. En el cuadro N°4.15 del manual, se puede hallar el valor del módulo resiliente ubicando el valor del CBR promedio.

Se puede visualizar en el cuadro N°4.15 valores enteros en la columna de CBR, por lo que se procede a calcular el valor del módulo resiliente para un CBR igual a 7.98.

Realizando este cálculo se obtuvo el módulo resiliente en unidades PSI igual a 9653.16 y en unidades Mpa igual a 66.56.

Cuadro N° 4.25: Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILENTE SUB RASANTE (M _r) (MPA)
6	8,043.00	55.45
7	8,877.00	61.20
8	9,669.00	66.67
9	10,426.00	71.88
10	11,153.00	76.90

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

%R: Confiabilidad

Este factor representa el comportamiento de la estructura del pavimento durante su periodo de diseño en su estado de servicio y no de falla, el cual según el manual se puede aproximar a la ley de distribución normal en el marco de la estadística, estableciendo una confiabilidad determinada de 90% o 95%, mientras mayor sea la confiabilidad que se requiere, se incrementará el valor del espesor de pavimento.

El Manual define valores a utilizar según el tipo de tráfico hallado, así para este caso se ha utilizado el tráfico tipo P6 hallado en el cuadro N°4.12, al que le corresponde un nivel de confiabilidad (R) de 85%.

Cuadro N° 4.26: Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

ZR: Coeficiente de desviación estándar

Este factor representa la confiabilidad seleccionada y se clasifica también según el tipo de tráfico que según el manual es -1.036

Cuadro N° 4.27: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal ZR

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z _R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

So: Desviación estándar combinada

Según el manual este factor considera la variabilidad esperada y otros factores que afectan a la vida útil del pavimento y que no son considerados tales como el modelo aplicado al diseño, el proceso constructivo, medio ambiente entre otros. El manual recomienda un único valor para este factor igual a 0.45.

PSI: Índice de serviciabilidad presente

Este índice está relacionado con la comodidad que recibe el usuario al circular por la vía, se aplica un rango entre 0 y 5, siendo 0 el peor estado de comodidad y 5 el óptimo; cabe recalcar que este valor se ve afectado a medida que la vía se va deteriorando por lo que el manual establece 2 valores: P_i que es el índice de serviciabilidad inicial y P_t que es el índice de serviciabilidad final. De la diferencia de ambos se obtiene el ΔPSI.

Para el presente informe corresponde un diferencial de serviciabilidad (Δ PSI) igual a 1.50, según lo mostrado en el Cuadro N°4.28.

Cuadro N° 4.28: Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI) Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,001	1500,000	1.80
	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15		>30'000,000	1.20

Fuente: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

En resumen, los parámetros para el cálculo del SN, son los siguientes:

Cuadro N° 4.29: Cuadro de resumen de parámetros

<u>PARÁMETRO DE CÁLCULO</u>	<u>VALORES</u>
W18	1815482.26
Mr: Módulo resiliente en PSI	9653.16
%R: Confiabilidad	85%
ZR: Coeficiente de desviación estándar	-1.036
So: Desviación estándar combinada	0.45
Δ PSI: Diferencial de Índice de serviciabilidad presente	1.5

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando la ecuación para hallar el SN reemplazando los valores se obtiene:

$$SN = 3.42$$

El manual de Suelos y pavimentos, indica que este último valor (SN) es equivalente al espesor total del pavimento según la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 x m_2 + a_3 x d_3 x m_3$$

Donde:

a_i = Son los coeficientes aplicados para cada capa estructural: capa de rodadura, base y subbase.

Según el manual para carpetas asfálticas en caliente, el valor del a_1 es 0.17/cm. El valor del a_2 aplicado para la base, cuando se trata de base granular con un CBR de 80% el valor a_2 es 0.052/cm. Y por último el valor de a_3 es 0.047/cm aplicado para subbases granulares con un CBR de 40%.

d_i = Son los espesores de las capas: capa de rodadura, base y subbase.

m_i = Son los coeficientes de drenaje para las capas: base y subbase.

Para encontrar los valores m_1 y m_2 , se analiza la calidad del drenaje, según el manual se clasifica como excelente, bueno, mediano, malo y muy malo; esta clasificación se relaciona con el tiempo en la que tarda el agua en ser evacuada sea en 2 horas, 1 día, 1 semana, 1 mes o el agua no evacua respectivamente. Según análisis se clasifica como bueno, ya que las lluvias generalmente en la selva suelen tener una duración mayor a 2 horas y menores a 1 día.

Con la calidad de drenaje determinada, se utiliza el cuadro 12.15 del manual, donde se indican los valores recomendados para el coeficiente de drenaje m_i , los cuales dependen del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad y de la calidad de drenaje. Según la tabla para la base utilizaremos un estado de humedad entre 5% y 25% para el cual corresponde valores de $m_2 = 1$ y $m_3 = 1.15$

CAPÍTULO V: ELABORACIÓN DE LOS METRADOS Y PRESUPUESTO

5.1. ELABORACIÓN DE METRADOS

5.1.1. Resumen de metrados de alternativa 1

Cuadro N° 5.1: Resumen de metrados alternativa 1

RESUMEN DE METRADOS ALTERNATIVA 1			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.00	CAMPAMENTOS	GLB	1.00
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	GLB	1.00
01.03.00	LIMPIEZA DEL TERRENO	M2	5376.00
01.04.00	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	KM	0.56
01.05.00	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS	M3	1075.20
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.00	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	M3	2828.85
02.02.00	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5376.00
02.03.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3394.62
03.00.00	PAVIMENTO		
03.01.00	SUB-BASE GRANULAR	M3	1008.00
03.02.00	BASE GRANULAR	M3	806.40
03.03.00	RIEGO DE LIGA	M2	4032.00
03.04.00	BASE ASFÁLTICA DE 3"	M2	4032.00
04.00.00	PANEL FOTOVOLTAICO		
04.01.00	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO	M2	4032.00
04.02.00	INSTALACIÓN DE CASETA PARA BATERÍA Y CONTROL	GLB	1.00
05.00.00	VEREDAS		
04.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA	M3	336.00
04.02.00	BASE GRANULAR PARA VEREDA	M3	134.40
04.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	672.00
04.03.00	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VEREDA	M3	18.00
06.00.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		
06.01.00	SEÑALES INFORMATIVAS	UND	2.00
06.02.00	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	2.00
06.03.00	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	1.00
07.00.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
07.01.00	CUNETAS		
07.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS	M3	403.20
07.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	M2	2688.00
07.01.03	ACERO CORRUGADO FY=42020kg/CM2 EN CUNETAS	KG	20040.63
07.01.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA CUNETAS	M3	1209.60

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Sustento de metrados de alternativa 1

Cuadro N° 5.2: Sustento de Metrados alternativa 1 parte 1

SUSTENTO DE METRADOS ALTERNATIVA 1					
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	METRADO
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.00	CAMPAMENTOS			GLB	1.00
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS			GLB	1.00
01.03.00	LIMPIEZA DEL TERRENO			M2	5376.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	9.60	5376.00	
01.04.00	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN			KM	0.56
		Longitud (m)		Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00		560.00	
01.05.00	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS			M3	1075.20
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	9.60	0.20	1075.20
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.00	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO			M3	2828.85
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	9.60	0.53	2828.85
02.02.00	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE			M2	5376.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	9.60	5376.00	
02.03.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE			M3	3394.62
		Volumen (m3)	f (exp)	Parcial (m3)	
	Volumen de corte	2828.85	20%	3394.62	
03.00.00	PAVIMENTO				
03.01.00	SUB-BASE GRANULAR			M3	1008.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	7.20	0.25	1008.00
03.02.00	BASE GRANULAR			M3	806.40
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	7.20	0.20	806.40
03.03.00	RIEGO DE LIGA			M2	4032.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	7.20	4032.00	
03.04.00	BASE ASFÁLTICA DE 3"			M2	4032.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	7.20	4032.00	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.3: Sustento de Metrados alternativa 1 parte 2

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
04.00.00	PANEL FOTOVOLTAICO		
04.01.00	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO	M2	4032.00
	Zona del proyecto	Longitud (m) 560.00	Ancho (m) 7.20 Parcial (m2) 4032.00
04.02.00	INSTALACIÓN DE CASETA PARA BATERÍA Y CONTROL	GLB	1.00
05.00.00	VEREDAS		
04.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA	M3	336.00
	Veredas (L=560+560)	Longitud (m) 1120.00	Ancho (m) 1.20 Peralte (m) 0.25 Parcial(m3) 336.00
04.02.00	BASE GRANULAR PARA VEREDA	M3	134.40
	Veredas (L=560+560)	Longitud (m) 1120.00	Ancho (m) 1.20 Peralte (m) 0.10 Parcial(m3) 134.40
04.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	672.00
	Veredas (L=560+560)	Longitud (m) 1120.00	Peralte (m) 0.15 Lados 4.00 Parcial (m2) 672.00
04.03.00	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VEREDA	M3	18.00
	Veredas (L=560+560)	1120 100.00	Ancho (m) 1.20 Peralte (m) 0.15 Parcial(m3) 18.00
06.00.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		
06.01.00	SEÑALES INFORMATIVAS	UND	2.00
	Progresiva 0+010.00	Cantidad 1.00	
	Progresiva 0+040.00	1.00	
06.02.00	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	2.00
	Progresiva 0+040.00	Cantidad 1.00	
	Progresiva 0+510.00	1.00	
06.03.00	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	1.00
	Progresiva 0+530.00	Cantidad 1.00	
07.00.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
07.01.00	CUNETAS		
07.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS	M3	403.20
	Cunetas a ambos lados (L = 560+560)	Longitud (m) 1120.00	Ancho (m) 0.60 Prof. (m) 0.60 Parcial(m3) 403.20
07.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	M2	2688.00
	Cunetas a ambos lados (L = 560+560)	Longitud (m) 1120.00	Cant 4.00 Prof. (m) 0.60 Parcial (m2) 2688.00
07.01.03	ACERO CORRUGADO FY=42020kg/CM2 EN CUNETAS	KG	20040.63
	Acero Longitudinal de 1/2" cada 20cm	Longitud (m) 1120.00	Cant 10.00 L total (m) 11200.00 Peso (kg) 11132.80
	Acero transversal de 1/2" cada 30cm	1.20	7468.00 8961.60 8907.83
07.01.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA CUNETAS	M3	1209.60
	Cunetas a ambos lados (L = 560+560)	Longitud (m) 1120.00	Ancho (m) 1.80 Espesor (m) 0.60 Parcial(m3) 1209.60

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Resumen de metrados de alternativa 2

Cuadro N° 5.4: Resumen de Metrados alternativa 2

RESUMEN DE METRADOS ALTERNATIVA 2			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.00	CAMPAMENTOS	GLB	1.00
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	GLB	1.00
01.03.00	LIMPIEZA DEL TERRENO	M2	5376.00
01.04.00	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	KM	0.56
01.05.00	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS	M3	1075.20
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.00	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	M3	2828.85
02.02.00	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	M2	5376.00
02.03.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3394.62
03.00.00	PAVIMENTO		
03.01.00	SUB-BASE GRANULAR	M3	1008.00
03.02.00	BASE GRANULAR	M3	806.40
03.03.00	RIEGO DE LIGA	M2	4032.00
03.04.00	BASE ASFÁLTICA DE 3"	M2	4032.00
04.00.00	VEREDAS		
04.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA	M3	336.00
04.02.00	BASE GRANULAR PARA VEREDA	M3	134.40
04.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	672.00
04.03.00	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VEREDA	M3	18.00
05.00.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		
05.01.00	SEÑALES INFORMATIVAS	UND	2.00
05.02.00	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	2.00
05.03.00	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	1.00
06.00.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
06.01.00	CUNETAS		
06.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS	M3	403.20
06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	M2	2688.00
06.01.03	ACERO CORRUGADO FY=42020kg/CM2 EN CUNETAS	KG	20040.63
06.01.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA CUNETAS	M3	1209.60

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.5: Sustento de Metrados alternativa 2 parte 1

SUSTENTO DE METRADOS ALTERNATIVA 2					
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	METRADO
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.00	CAMPAMENTOS			GLB	1.00
01.02.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS			GLB	1.00
01.03.00	LIMPIEZA DEL TERRENO			M2	5376.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	9.60	5376.00	
01.04.00	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN			KM	0.56
		Longitud (m)		Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00		560.00	
01.05.00	ELIMINACIÓN DE ESCOMBROS			M3	1075.20
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	9.60	0.20	1075.20
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.00	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO			M3	2828.85
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	9.60	0.53	2828.85
02.02.00	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE			M2	5376.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	9.60	5376.00	
02.03.00	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE			M3	3394.62
		Volumen (m3)	f (exp)	Parcial (m3)	
	Volumen de corte	2828.85	20%	3394.62	
03.00.00	PAVIMENTO				
03.01.00	SUB-BASE GRANULAR			M3	1008.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	7.20	0.25	1008.00
03.02.00	BASE GRANULAR			M3	806.40
		Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)
	Zona del proyecto	560.00	7.20	0.20	806.40
03.03.00	RIEGO DE LIGA			M2	4032.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	7.20	4032.00	
03.04.00	BASE ASFÁLTICA DE 3"			M2	4032.00
		Longitud (m)	Ancho (m)	Parcial (m2)	
	Zona del proyecto	560.00	7.20	4032.00	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 5.6: Sustento de Metrados alternativa 2 parte 2

ITEM	DESCRIPCIÓN				UNIDAD	METRADO
04.00.00	VEREDAS					
04.01.00	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA				M3	336.00
	Veredas (L=560+560)	Longitud (m)	Ancho (m)	Peralte (m)	Parcial (m3)	336.00
		1120.00	1.20	0.25		
04.02.00	BASE GRANULAR PARA VEREDA				M3	134.40
	Veredas (L=560+560)	Longitud (m)	Ancho (m)	Peralte (m)	Parcial (m3)	134.40
		1120.00	1.20	0.10		
04.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA				M2	672.00
	Veredas (L=560+560)	Longitud (m)	Peralte (m)	Lados	Parcial (m2)	672.00
		1120.00	0.15	4.00		
04.03.00	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VEREDA				M3	18.00
	Veredas (L=560+560)	1120	Ancho (m)	Peralte (m)	Parcial (m3)	18.00
		100.00	1.20	0.15		
05.00.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL					
05.01.00	SEÑALES INFORMATIVAS				UND	2.00
	Progresiva 0+010.00	Cantidad				1.00
	Progresiva 0+040.00	1.00				1.00
05.02.00	SEÑALES REGLAMENTARIAS				UND	2.00
	Progresiva 0+040.00	Cantidad				1.00
	Progresiva 0+510.00	1.00				1.00
05.03.00	SEÑALES PREVENTIVAS				UND	1.00
	Progresiva 0+530.00	Cantidad				1.00
		1.00				
06.00.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					
06.01.00	CUNETAS					
06.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS				M3	403.20
	Cunetas a ambos lados (L = 560+560)	Longitud (m)	Ancho (m)	Prof. (m)	Parcial(m3)	403.20
		1120.00	0.60	0.60		
06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS				M2	2688.00
	Cunetas a ambos lados (L = 560+560)	Longitud (m)	Cant	Prof. (m)	Parcial (m2)	2688.00
		1120.00	4.00	0.60		
06.01.03	ACERO CORRUGADO FY=42020kg/CM2 EN CUNETAS				KG	20040.63
	Acero Longitudinal de 1/2" cada 20cm	Longitud (m)	Cant	L total (m)	Peso (kg)	11132.80
	Acero transversal de 1/2" cada 30cm	1120.00	10.00	11200.00		8907.83
		1.20	7468.00	8961.60		
06.01.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA CUNETAS				M3	1209.60
	Cunetas a ambos lados (L = 560+560)	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Parcial(m3)	1209.60
		1120.00	1.80	0.60		

Fuente: Elaboración propia

5.2. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO

5.2.1. Presupuesto alternativa 1

Cuadro N° 5.7: Presupuesto de Alternativa 1

Presupuesto					
Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			
Subpresupuesto	002	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1			
Cliente		GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI	Costo al		22/06/2023
Lugar		UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				133,817.05
01.01	CAMPAMENTOS	GLB	1.00	5,800.00	5,800.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00
01.03	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	5,376.00	6.78	36,449.28
01.04	TOPOGRAFIA Y GEORREFERENCIACION	KM	0.56	84,899.20	47,543.55
01.05	ELIMINACION DE ESCOMBROS	M3	1,075.20	38.62	41,524.22
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				365,055.35
02.01	EXCAVACION MATERIAL SUELTO C/ MAQUINARIA	M3	2,828.85	20.27	57,340.79
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	5,376.00	18.45	99,187.20
02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,394.00	61.44	208,527.36
03	PAVIMENTO ASFALTICO				739,484.93
03.01	SUB BASE GRANULAR	M3	1,008.00	158.60	159,868.80
03.02	BASE GRANULAR	M3	806.40	167.57	135,128.45
03.03	RIEGO DE LIGA	M2	4,032.00	14.94	60,238.08
03.04	CARPETA ASFALTICA DE 3"	M2	4,032.00	95.30	384,249.60
04	PAVIMENTOS				5,604,162.40
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANEL FOTOVOLTAICO	M2	4,032.00	1,388.45	5,598,230.40
04.02	INSTALACION DE CASETA PARA BATERIA Y CONTROL	GLB	1.00	5,932.00	5,932.00
05	VEREDAS				146,709.68
05.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA	M3	336.00	51.09	17,166.24
05.02	BASE GRANULAR PARA VEREDAS	M3	134.40	172.96	23,245.82
05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	672.00	147.85	99,355.20
05.04	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN VEREDAS	M3	18.00	385.69	6,942.42
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				1,767.47
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	2.00	370.08	740.16
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	2.00	355.77	711.54
06.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	1.00	315.77	315.77
06.04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				823,717.26
06.05	CUNETAS				823,717.26
06.05.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS	M3	403.20	61.31	24,720.19
06.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	M2	2,688.00	74.84	201,169.92
06.05.03	ACERO CORRUGADO F'Y = 4,200 KG/CM2	KG	20,040.63	5.89	118,039.31
06.05.04	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN CUNETAS	M3	1,209.60	396.65	479,787.84
	COSTO DIRECTO				7,814,714.14
	GASTOS GENERALES (8.00%)				625,177.13
	UTILIDAD (8.00%)				625,177.13
	SUBTOTAL				9,065,068.40
	IGV (18%)				1,631,712.31
	PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA ALTERNATIVA 1				10,696,780.71
	SUPERVISION DE OBRA (3%)				320,903.42
	EXPEDIENTE TECNICO (3%)				320,903.42
	MONTO TOTAL DE INVERSION ALTERNATIVA 1				11,338,587.55
	SON: ONCE MILLONES TRESCIENTOS TRENTIOCHO MIL QUINIENTOS OCHENTISIETE Y 55/100 NUEVOS SOLES				

Fuente: Elaboración propia

Autonoción Perú es una empresa que realiza comparaciones de precios de diferentes vehículos en distintos países, para esta ocasión comparamos los precios en costo de un vehículo de la marca Volkswagen Golf GTI, cuyo precio en el 2016 fue de 29,625.00 euros en Alemania, y en Perú el precio fue de 34,049.00 euros, el incremento del precio es del 15%.

Este valor de incremento se utilizará para estimar el costo de los módulos fotovoltaicos, según el precio brindado por el correo recibido indicando un precio por metro cuadrado de cada módulo de 300 euros.

Por lo que el precio final del módulo será el precio original más el precio de importación, obteniéndose un precio por metro cuadrado de 345 euros, al tipo de cambio de 3.97 soles por 1 euro corresponde un precio de 1369.65 soles.

El análisis de precios para la partida SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO, es como sigue:

Cuadro N° 5.8: Análisis de precios unitarios de instalación de Panel Fotovoltaico

Partida	04.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : M2			1,388.45
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.4000	26.15	10.46
0101010005	PEON		HH	1.0000	0.4000	18.60	7.44
							17.90
	Materiales						
0270110325	PANEL FOTOVOLTAICO		M2		1.0000	1,369.65	1,369.65
							1,369.65
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	17.90	0.90
							0.90

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Presupuesto alternativa 2

Cuadro N° 5.9: Presupuesto de Alternativa 2

Presupuesto					
Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			
Subpresupuesto	003	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2			
Cliente	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI			Costo al	22/06/2023
Lugar	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				133,809.33
01.01	CAMPAMENTOS	GLB	1.00	5,800.00	5,800.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00
01.03	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	5,376.00	6.78	36,449.28
01.04	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	KM	0.56	84,899.20	47,543.55
01.05	ELIMINACION DE ESCOMBROS	M3	1,075.00	38.62	41,516.50
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				365,093.44
02.01	EXCAVACION MATERIAL SUJETO C/ MAQUINARIA	M3	2,828.85	20.27	57,340.79
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	5,376.00	18.45	99,187.20
02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,394.62	61.44	208,565.45
03	PAVIMENTO ASFALTICO				739,484.93
03.01	SUB BASE GRANULAR	M3	1,008.00	158.60	159,868.80
03.02	BASE GRANULAR	M3	806.40	167.57	135,128.45
03.03	RIEGO DE LIGA	M2	4,032.00	14.94	60,238.08
03.04	CARPETA ASFALTICA DE 3"	M2	4,032.00	95.30	384,249.60
04	VEREDAS				146,709.68
04.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA	M3	336.00	51.09	17,166.24
04.02	BASE GRANULAR PARA VEREDAS	M3	134.40	172.96	23,245.82
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	672.00	147.85	99,355.20
04.04	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN VEREDAS	M3	18.00	385.69	6,942.42
05	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				825,484.73
05.01	SEÑALES INFORMATIVAS	M2	2.00	370.08	740.16
05.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	2.00	355.77	711.54
05.03	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	1.00	315.77	315.77
05.04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
05.05	CUNETAS				823,717.26
05.05.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS	M3	403.20	61.31	24,720.19
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	M2	2,688.00	74.84	201,169.92
05.05.03	ACERO CORRUGADO F'Y = 4,200 KG/CM2	KG	20,040.63	5.89	118,039.31
05.05.04	CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN CUNETAS	M3	1,209.60	396.65	479,787.84
	COSTO DIRECTO				2,210,582.11
	GASTOS GENERALES (8%)				176,846.57
	UTILIDADES (8%)				176,846.57
	SUB TOTAL				2,387,428.68
	IGV (18%)				429,737.16
	PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA ALTERNATIVA 2				2,817,165.84
	SUPERVISIÓN DE OBRA (5%)				140,858.29
	ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO (5%)				140,858.29
	MONTO TOTAL DE INVERSIÓN ALTERNATIVA 2				3,098,882.42
	SON: TRES MILLONES NOVENTIOCHO MIL OCHOCIENTOS OCHENTIDOS Y 42/100 NUEVOS SOLES				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de precios unitarios completos para ambas alternativas, así como la relación de los insumos, se encuentran en el anexo correspondiente.

5.2.3. Presupuesto mantenimiento rutinario alternativa 1

Cuadro N° 5.10: Presupuesto de mantenimiento rutinario Alternativa 1

Presupuesto					
Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			
Subpresupuesto	004	MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 1			
Cliente	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI			Costo al	22/06/2023
Lugar	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	LIMPIEZA DE CALZADA				10,767.10
01.01	LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA	M2	4,032.62	2.67	10,767.10
02	LIMPIEZA DE CUNETAS				12,617.19
02.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	M2	672.20	18.77	12,617.19
04	VIGILANCIA Y CONTROL				5,271.84
04.01	VIGILANCIA Y CONTROL DE INSTALACIONES	MES	12.00	439.32	5,271.84
	COSTO DIRECTO				28,656.13
	GASTOS GENERALES (8%)				2,292.49
	UTILIDADES (8%)				2,292.49

	SUB TOTAL				33,241.11
	IGV (18%)				5,983.40

	PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 1				39,224.51
	SON : TRENTINUEVE MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO Y 51/100 NUEVOS SOLES				

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Presupuesto mantenimiento periódico alternativa 1

Cuadro N° 5.11: Presupuesto de mantenimiento periódico Alternativa 1

Presupuesto					
Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			
Subpresupuesto	005	MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 1			
Cliente	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI			Costo al	22/06/2023
Lugar	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	RETIRO TEMPORAL DE CELDAS FOTOVOLTAICAS				531.62
	RETIRO DE MODULOS FOTOVOLTAICOS DAÑADOS	M2	60.48	8.79	531.62
03	COLOCACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS				83,973.46
	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO	M2	60.48	1,388.45	83,973.46
04	LIMPIEZA DE CALZADA				14,275.47
04.01	LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA	M2	4,032.62	3.54	14,275.47
05	LIMPIEZA DE CUNETAS				12,617.19
05.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	M2	672.20	18.77	12,617.19
07	VIGILANCIA Y CONTROL				13,179.60
07.01	VIGILANCIA Y CONTROL DE INSTALACIONES	MES	12.00	1,098.30	13,179.60
	COSTO DIRECTO				124,577.34
	GASTOS GENERALES (8%)				9,966.19
	UTILIDADES (8%)				9,966.19

	SUB TOTAL				144,509.72
	IGV (18%)				26,011.75

	PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 1				170,521.47
	SON : CIENTO SETENTA MIL QUINIENTOS VEINTIUNO Y 47/100 NUEVOS SOLES				

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. Presupuesto de mantenimiento rutinario de alternativa 2

Cuadro N° 5.12: Presupuesto de mantenimiento rutinario Alternativa 2

Presupuesto						
Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	006	MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 2				
Cliente	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI				Costo al	22/06/2023
Lugar	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	LIMPIEZA DE CALZADA				34,035.31	
	LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA ALT 2	M2	4,032.62	8.44	34,035.31	
02	LIMPIEZA DE CUNETAS				12,617.19	
02.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	M2	672.20	18.77	12,617.19	
03	ELIMINACION DE DESMONTE				4,954.52	
03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	80.64	61.44	4,954.52	
	COSTO DIRECTO				51,607.02	
	GASTOS GENERALES (8%)				4,128.56	
	UTILIDADES (8%)				4,128.56	

	SUB TOTAL				59,864.14	
	IGV (18%)				10,775.55	

	PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 2				70,639.69	
	SON : SETENTA MIL SEISCIENTOS TRENTINUEVE Y 69/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: Elaboración propia

5.2.6. Presupuesto de mantenimiento periódico de alternativa 2

Cuadro N° 5.13: Presupuesto de mantenimiento periódico Alternativa 2

Presupuesto						
Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	007	MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 2				
Cliente	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI				Costo al	22/06/2023
Lugar	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	REPARACIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO				73,560.68	
01.01	NIVELACION DE RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO	M2	604.89	11.37	6,877.60	
01.02	RIEGO DE LIGA	M2	604.89	14.94	9,037.06	
01.03	CARPETA ASFALTICA DE 3"	M2	604.89	95.30	57,646.02	
02	LIMPIEZA DE CALZADA				34,035.31	
	LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA ALT 2	M2	4,032.62	8.44	34,035.31	
03	LIMPIEZA DE CUNETAS				12,617.19	
03.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	M2	672.20	18.77	12,617.19	
04	ELIMINACION DE DESMONTE				2,477.26	
04.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	40.32	61.44	2,477.26	
	COSTO DIRECTO				122,690.44	
	GASTOS GENERALES (8%)				9,815.24	
	UTILIDADES (8%)				9,815.24	

	SUB TOTAL				142,320.92	
	IGV (18%)				25,617.77	

	PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 2				167,938.69	
	SON : CIENTO SESENTISIETE MIL NOVECIENTOS TRENTIOCHO Y 69/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: ELABORACIÓN DEL FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO.

La elaboración del flujo de la caja del proyecto se realizará para un periodo de 20 años, el cual corresponde al periodo de diseño del pavimento propuesto en ambas alternativas. A continuación, se realizarán los cálculos para el flujo de caja.

6.1. AHORRO POR COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR

El costo de operación vehicular (COV), bajo las condiciones de la infraestructura vial por donde este transita, este valor se obtiene del aplicativo de la guía simplificada caminos vecinales del ministerio de economía y finanzas.

Este aplicativo presenta los precios en dólares por kilómetro de vía (US\$/km) que implica el tránsito vehicular, según el tipo de vehículo (auto, camioneta, bus medio, bus grande, camión de 2 ejes, camión de 3 ejes o articulado), según la región (costa, sierra o selva), según la topografía (accidentada, ondulada o llana), el tipo de superficie (trocha, sin afirmar, afirmada o asfaltada y el estado de la vía (bueno, malo o regular).

6.1.1. Costo de operación vehicular con proyecto

Para ambas alternativas se presentan diferentes tipos vehículos tanto ligeros como pesados, sin embargo, coinciden en los demás parámetros, encontrándose en la región selva, topografía llana, superficie asfaltada y estado de la vía bueno, ya que son bajo las condiciones con proyecto ejecutado.

Cuadro N° 6.1: Costo de operación vehicular con proyecto

TIPO DE UNIDAD	COV-C.P. U S \$
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	0.25
Camioneta Pick Up y Suv	0.28
Miniván	0.55
Camión 2E	0.62
Camión 3E	0.68
Camión 5E	0.93
Camión 6E	1.20

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

6.1.2. Costo de operación vehicular sin proyecto

Para el caso sin proyecto las condiciones son: región selva, topografía llana, superficie afirmada y estado de la vía malo.

Cuadro N° 6.2: Costo de operación vehicular sin proyecto

TIPO DE UNIDAD	COV-S.P. U S \$
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	0.448
Camioneta Pick Up y Suv	0.399
Miniván	0.908
Camión 2E	1.591
Camión 3E	1.83
Camión 5E	1.832
Camión 6E	2.014

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

6.1.3. Ahorro del costo de operación vehicular

La diferencia entre el costo de operación vehicular con proyecto y sin proyecto formará parte del flujo de caja ya que representará el ahorro esperado al ejecutar el proyecto.

Cuadro N° 6.3: Variación del costo de operación vehicular con y sin proyecto

TIPO DE UNIDAD	VARIACIÓN COV CP - SP
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	0.196
Camioneta Pick Up y Suv	0.122
Miniván	0.361
Camión 2E	0.911
Camión 3E	1.152
Camión 5E	0.904
Camión 6E	0.812

Fuente: Elaboración propia

A continuación, con esta variación se calcula el ahorro en el costo de operación vehicular para los diferentes tipos de vehículos, para ello se han agrupado de la siguiente manera:

- Autos: Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon.
- Camionetas: Camioneta Pick Up y Suv
- Bus medio: Micro y Combi.
- Bus grande: Bus 2E-3E

A continuación, se presentan las proyecciones del tráfico para estas agrupaciones incluidos los camiones:

Cuadro N° 6.4: Proyecciones del tráfico para el período 2023 -2033

Vehículo	Trafico actual	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029	Año 2030	Año 2031	Año 2032	Año 2033
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	283	291	298	307	315	323	332	341	350	360	369
Camioneta Pick Up y Suv	64	66	68	69	71	73	75	77	79	81	84
Miniván	22	23	23	24	24	25	26	27	27	28	29
Camión 2E	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30
Camión 3E	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17
Camión 5E	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Camión 6E	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.5: Proyecciones del tráfico para el período 2035 -2036

Vehículo	Año 2034	Año 2035	Año 2036	Año 2037	Año 2038	Año 2039	Año 2040	Año 2041	Año 2042	Año 2043
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	379	390	400	411	422	433	445	457	469	482
Camioneta Pick Up y Suv	86	88	90	93	95	98	101	103	106	109
Miniván	29	30	31	32	33	34	35	36	36	37
Camión 2E	30	31	32	32	33	33	34	34	35	36
Camión 3E	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20
Camión 5E	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6
Camión 6E	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9

Fuente: Elaboración propia

Según el Ministerio de Economía y Finanzas el costo de operación vehicular generado en un año se calcula como:

$$\text{Proyección vehicular} \times \text{longitud en kilómetros del proyecto} \times \text{Cov} \times 365$$

Así por ejemplo para un camión de 2 ejes en el año 2043, presenta una proyección vehicular de 36 vehículos, la longitud de la vía proyectada en kilómetros es 0.560 y el costo de operación vehicular ahorrado según el cuadro N°6.3 es 0.911, por lo tanto el ahorro generado al tránsito de este tipo de vehículo para dicho año es:

$$36 \times 0.560 \times 0.911 \times 365 = 6703.50$$

Realizando la misma operación para los diferentes vehículos se obtienen los ahorros por costo de operación vehicular para cada año:

Cuadro N° 6.6: Ahorro de costo de operación vehicular período 2024.2033

VEHICULO	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑO 2028	AÑO 2029	AÑO 2030	AÑO 2031	AÑO 2032	AÑO 2033
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	11,658	11,939	12,299	12,620	12,940	13,301	13,661	14,022	14,422	14,783
Camioneta Pick Up y Suv	1,646	1,696	1,721	1,771	1,820	1,870	1,920	1,970	2,020	2,095
Miniván	1,697	1,697	1,771	1,771	1,845	1,918	1,992	1,992	2,066	2,140
Camión 2E	4,655	4,841	4,841	5,028	5,028	5,214	5,214	5,400	5,400	5,586
Camión 3E	3,297	3,532	3,532	3,532	3,532	3,768	3,768	3,768	3,768	4,003
Camión 5E	739	739	739	739	739	739	924	924	924	924
Camión 6E	996	996	996	996	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162
TOTAL \$	24,688	25,440	25,899	26,456	27,066	27,972	28,641	29,237	29,762	30,692
TOTAL, S/.	91,345	94,127	95,827	97,886	100,144	103,495	105,971	108,178	110,118	113,562

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.7: Ahorro de costo de operación vehicular período 2034.2043

VEHICULO	AÑO 2034	AÑO 2035	AÑO 2036	AÑO 2037	AÑO 2038	AÑO 2039	AÑO 2040	AÑO 2041	AÑO 2042	AÑO 2043
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	15,184	15,624	16,025	16,466	16,906	17,347	17,828	18,309	18,789	19,310
Camioneta Pick Up y Suv	2,145	2,194	2,244	2,319	2,369	2,444	2,519	2,568	2,643	2,718
Miniván	2,140	2,214	2,287	2,361	2,435	2,509	2,583	2,656	2,656	2,730
Camión 2E	5,586	5,772	5,959	5,959	6,145	6,145	6,331	6,331	6,517	6,704
Camión 3E	4,003	4,003	4,238	4,238	4,238	4,474	4,474	4,474	4,709	4,709

Camión 5E	924	924	924	924	924	924	924	1,109	1,109	1,109
Camión 6E	1,162	1,162	1,328	1,328	1,328	1,328	1,328	1,328	1,328	1,494
TOTAL \$	31,143	31,894	33,005	33,595	34,345	35,170	35,986	36,775	37,752	38,774
TOTAL, S/.	115,229	118,006	122,120	124,301	127,078	130,129	133,147	136,067	139,683	143,463

Fuente: Elaboración propia

6.2. AHORRO POR TIEMPO DE CRUCE EN EL TRAMO DEL PROYECTO

En este punto se calculará el costo de las horas hombre que se ahorra al ejecutarse el proyecto, para ello se ha realizado la siguiente tabla que relaciona el tipo de vehículo, la cantidad de pasajeros y el sueldo que perciben.

Los precios del salario de los conductores de los diferentes tipos de vehículos fueron obtenidos de la página tusalario.org

Cuadro N° 6.8: Costo por hora de pasajeros y/o conductores por tipo de vehículo

TIPO DE UNIDAD	Sueldo promedio (S/.)	Horas trabajadas mensualmente	Costo de mercado (S/./hora)	Costo económico (S/./hora)
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	3000	240	12.50	12.50
Camioneta Pick Up y Suv	4000	240	16.67	16.67
Miniván	3000	240	12.50	12.50
Camión 2E	3483	288	12.09	12.09
Camión 3E	3483	288	12.09	12.09
Camión 5E	3483	288	12.09	12.09
Camión 6E	3483	288	12.09	12.09

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la tabla que indica el número de pasajeros según el tipo de vehículo y los tiempos de demora en cruzar el tramo del proyecto actualmente (sin proyecto) estimando la velocidad de tránsito vehicular promedio es de 20 km/h y en un futuro (con proyecto) se estima que la velocidad llegaría a ser 40km/h.



Figura N° 6.1: Ruta Alternativa al tramo del proyecto (11.7km)

Fuente: Google Earth

Cuadro N° 6.9: Número de pasajeros y tiempos de demora en cruzar el tramo proyectado

TIPO DE UNIDAD	PASAJEROS	Tiempos de demora en cruzar sin proyecto	Tiempos de demora en cruzar con proyecto	Tiempos de demora en cruzar con proyecto
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	2	1.00	0.02	0.98
Camioneta Pick Up y Suv	4	1.00	0.02	0.98
Miniván	20	1.00	0.02	0.98
Camión 2E	2	1.00	0.02	0.98
Camión 3E	2	1.00	0.02	0.98
Camión 5E	2	1.00	0.02	0.98
Camión 6E	2	1.00	0.02	0.98

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.10: Ahorro por tiempo de cruce en el período 2024 - 2033

TIPO DE UNIDAD	AÑO 2024 (S/.)	AÑO 2025 (S/.)	AÑO 2026 (S/.)	AÑO 2027 (S/.)	AÑO 2028 (S/.)	AÑO 2029 (S/.)	AÑO 2030 (S/.)	AÑO 2031 (S/.)	AÑO 2032 (S/.)	AÑO 2033 (S/.)
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	620	634	654	671	688	707	726	745	767	786
Camioneta Pick Up y Suv	375	386	392	403	414	426	437	449	460	477
Miniván	490	490	511	511	532	554	575	575	596	617
Camión 2E	51	54	54	56	56	58	58	60	60	62
Camión 3E	29	31	31	31	31	33	33	33	33	35
Camión 5E	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10
Camión 6E	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14
TOTAL, S/.	1,585	1,615	1,661	1,692	1,744	1,800	1,853	1,886	1,940	2,002

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.11: Ahorro por tiempo de cruce en el período 2034 - 2043

TIPO DE UNIDAD	AÑO 2034 (S/.)	AÑO 2035 (S/.)	AÑO 2036 (S/.)	AÑO 2037 (S/.)	AÑO 2038 (S/.)	AÑO 2039 (S/.)	AÑO 2040 (S/.)	AÑO 2041 (S/.)	AÑO 2042 (S/.)	AÑO 2043 (S/.)
Motos, Trimotos, Automóvil y Station wagon	807	830	852	875	899	922	947	973	999	1,026
Camioneta Pick Up y Suv	488	500	511	528	539	556	573	585	602	619
Miniván	617	639	660	681	703	724	745	767	767	788
Camión 2E	62	64	66	66	68	68	70	70	72	74
Camión 3E	35	35	37	37	37	39	39	39	41	41
Camión 5E	10	10	10	10	10	10	10	12	12	12
Camión 6E	14	14	16	16	16	16	16	16	16	19
TOTAL	2,034	2,092	2,152	2,214	2,272	2,336	2,402	2,462	2,509	2,579

Fuente: Elaboración propia

6.3. COSTO GENERADO POR ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Según la empresa alemana Solmove, un metro cuadrado de los módulos fotovoltaicos que ellos fabrican, generan 100 vatios de energía eléctrica a su vez, indican que esta cantidad equivale a 100 kWh por metro cuadrado anuales.

La empresa termasol en nuestro país, comercializa termas que funcionan a base de energía solar, y ha realizado un estudio sobre el costo de la energía eléctrica en kWh en nuestro país en el 2023, la cual indica que este costo varía entre 0.63 y 0.66 soles.

En base a ello, para el presente informe, se aplicará un costo generado por kWh promedio de 0.65 soles aplicado únicamente a la alternativa 1, que consiste en la aplicación de esta tecnología.

El tramo en estudio de la alternativa 1 proyecta la colocación de los módulos fotovoltaicos sobre un ancho de 7.20 metros correspondiente al ancho de la calzada, por ello, el área total de instalación de estos módulos será este valor por 560 metros de longitud obteniendo 4032 metros cuadrados.

En resumen y realizando el cálculo del costo generado anualmente por las celdas fotovoltaicas, se obtienen:

Cuadro N° 6.12: Costo generado anualmente por energía fotovoltaica

kWh/año/m2	100
m2 de instalación	4032
kWh/año	403200
S/. / kWh	0.65
S/. / año	262080

Fuente: Elaboración propia

6.4. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

6.4.1. Flujo de caja del proyecto de alternativa 1

Cuadro N° 6.13: Flujo de caja en soles del proyecto de alternativa 1 (año 0 – año 5)

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
COSTOS DE ALTERNATIVA 1 : CARRETERA FOTOVOLTAICA						
inversión inicial	11,338,588					
Mantenimiento Rutinario Cada año		39,225	39,225	39,225	39,225	
Mantenimiento periódico cada 05 años						170,521
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)		1,961	1,961	1,961	1,961	1,961
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	11,338,588	41,186	41,186	41,186	41,186	172,483
COSTOS SIN PROYECTO						
Mantenimiento Rutinario Cada año		123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años						293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)		6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO		129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	11,338,588	-88,615	-88,615	-88,615	-88,615	-127,591
COSTO DE BENEFICIOS						
Ahorro por Costo de operación vehicular		91,345	94,127	95,827	97,886	100,144
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto		111,627	113,767	117,016	119,160	122,804
Costo generado por energía fotovoltaica		262,080	262,080	262,080	262,080	262,080
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS		465,052	469,974	474,922	479,126	485,028
FLUJO DE CAJA NETO PARA ALTERNATIVA 1	-11,338,588	481,690	485,972	490,277	493,935	532,978

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.14: Flujo de caja en soles del proyecto de alternativa 1 (año 6 – año 10)

DESCRIPCIÓN	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
COSTOS DE ALTERNATIVA 1 : CARRETERA FOTOVOLTAICA					
inversión inicial					
Mantenimiento Rutinario Cada año	39,225	39,225	39,225	39,225	
Mantenimiento periódico cada 05 años					170,521
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	41,186	41,186	41,186	41,186	172,483
COSTOS SIN PROYECTO					
Mantenimiento Rutinario Cada año	123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años					293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO	129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	-88,615	-88,615	-88,615	-88,615	-127,591
COSTO DE BENEFICIOS					
Ahorro por Costo de operación vehicular	103,495	105,971	108,178	110,118	113,562
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto	126,743	130,537	132,832	136,630	140,969
Costo generado por energía fotovoltaica	262,080	262,080	262,080	262,080	262,080
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS	492,319	498,588	503,090	508,829	516,612
FLUJO DE CAJA NETO PARA ALTERNATIVA 1	505,412	510,866	514,783	519,776	560,456

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.15: Flujo de caja en soles del proyecto de alternativa 1 (año 11 – año 15)

DESCRIPCIÓN	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
COSTOS DE ALTERNATIVA 1 : CARRETERA FOTOVOLTAICA					
inversión inicial					
Mantenimiento Rutinario Cada año	39,225	39,225	39,225	39,225	
Mantenimiento periódico cada 05 años					170,521
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	41,186	41,186	41,186	41,186	172,483
COSTOS SIN PROYECTO					
Mantenimiento Rutinario Cada año	123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años					293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO	129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	-88,615	-88,615	-88,615	-88,615	-127,591
COSTO DE BENEFICIOS					
Ahorro por Costo de operación vehicular	115,229	118,006	122,120	124,301	127,078
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto	143,269	147,362	151,597	155,945	160,039
Costo generado por energía fotovoltaica	262,080	262,080	262,080	262,080	262,080
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS	520,578	527,449	535,797	542,326	549,197
FLUJO DE CAJANETO PARA ALTERNATIVA 1	529,997	535,975	543,238	548,918	588,805

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.16: Flujo de caja del proyecto de alternativa 1 (año 16 – año 20)

DESCRIPCIÓN	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
COSTOS DE ALTERNATIVA 1 : CARRETERA FOTOVOLTAICA					
inversión inicial					
Mantenimiento Rutinario Cada año	39,225	39,225	39,225	39,225	
Mantenimiento periódico cada 05 años					170,521
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	1,961	1,961	1,961	1,961	1,961
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	41,186	41,186	41,186	41,186	172,483
COSTOS SIN PROYECTO					
Mantenimiento Rutinario Cada año	123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años					293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO	129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	-88,615	-88,615	-88,615	-88,615	-127,591
COSTO DE BENEFICIOS					
Ahorro por Costo de operación vehicular	130,129	133,147	136,067	139,683	143,463
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto	164,533	169,177	173,420	176,710	181,648
Costo generado por energía fotovoltaica	262,080	262,080	262,080	262,080	262,080
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS	556,742	564,403	571,567	578,472	587,191
FLUJO DE CAJANETO PARA ALTERNATIVA 1	561,460	568,126	574,358	580,366	621,860

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Flujo de caja del proyecto de alternativa 2

Cuadro N° 6.17: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 0 – año 5)

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
COSTOS DE ALTERNATIVA 2 : CARRETERA CONVENCIONAL						
inversión inicial	3,098,882					
Mantenimiento Rutinario Cada año		70,640	70,640	70,640	70,640	
Mantenimiento periódico cada 05 años						167,939
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)		3,532	3,532	3,532	3,532	3,532
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	3,098,882	74,172	74,172	74,172	74,172	171,471
COSTOS SIN PROYECTO						
Mantenimiento Rutinario Cada año		123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años						293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)		6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO		129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	3,098,882	-55,629	-55,629	-55,629	-55,629	-128,603
COSTO DE BENEFICIOS						
Ahorro por Costo de operación vehicular		91,345	94,127	95,827	97,886	100,144
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto		154,529	157,703	162,280	165,608	170,429
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS		245,874	251,830	258,107	263,494	270,572
FLUJO DE CAJA NETO PARA ALTERNATIVA 2	-3,098,882	301,503	307,459	313,735	319,123	399,175

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.18: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 6 – año 10)

DESCRIPCIÓN	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
COSTOS DE ALTERNATIVA 2 : CARRETERA CONVENCIONAL					
inversión inicial					
Mantenimiento Rutinario Cada año	70,640	70,640	70,640	70,640	
Mantenimiento periódico cada 05 años					167,939
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	3,532	3,532	3,532	3,532	3,532
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	74,172	74,172	74,172	74,172	171,471
COSTOS SIN PROYECTO					
Mantenimiento Rutinario Cada año	123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años					293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO	129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	-55,629	-55,629	-55,629	-55,629	-128,603
COSTO DE BENEFICIOS					
Ahorro por Costo de operación vehicular	103,495	105,971	108,178	110,118	113,562
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto	175,692	180,812	184,438	189,712	195,373
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS	279,188	286,782	292,617	299,830	308,936
FLUJO DE CAJA NETO PARA ALTERNATIVA 2	334,817	342,411	348,245	355,459	437,539

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.19: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 11 – año 15)

DESCRIPCIÓN	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
COSTOS DE ALTERNATIVA 2 : CARRETERA CONVENCIONAL					
inversión inicial					
Mantenimiento Rutinario Cada año	70,640	70,640	70,640	70,640	
Mantenimiento periódico cada 05 años					167,939
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	3,532	3,532	3,532	3,532	3,532
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	74,172	74,172	74,172	74,172	171,471
COSTOS SIN PROYECTO					
Mantenimiento Rutinario Cada año	123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años					293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO	129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	-55,629	-55,629	-55,629	-55,629	-128,603
COSTO DE BENEFICIOS					
Ahorro por Costo de operación vehicular	115,229	118,006	122,120	124,301	127,078
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto	199,154	204,870	210,577	216,547	222,263
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS	314,383	322,876	332,697	340,847	349,341
FLUJO DE CAJANETO PARA ALTERNATIVA 2	370,012	378,505	388,326	396,476	477,944

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 6.20: Flujo de caja del proyecto de alternativa 2 (año 16 – año 20)

DESCRIPCIÓN	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
COSTOS DE ALTERNATIVA 2 : CARRETERA CONVENCIONAL					
inversión inicial					
Mantenimiento Rutinario Cada año	70,640	70,640	70,640	70,640	
Mantenimiento periódico cada 05 años					167,939
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	3,532	3,532	3,532	3,532	3,532
COSTO TOTAL DE PROYECTO ALTERNATIVA 1	74,172	74,172	74,172	74,172	171,471
COSTOS SIN PROYECTO					
Mantenimiento Rutinario Cada año	123,619	123,619	123,619	123,619	
Mantenimiento periódico cada 05 años					293,893
Costos Operativos (5,0% del Mant. Rutinario)	6,181	6,181	6,181	6,181	6,181
TOTAL COSTOS SIN PROYECTO	129,800	129,800	129,800	129,800	300,074
COSTOS INCREMENTALES	-55,629	-55,629	-55,629	-55,629	-128,603
COSTO DE BENEFICIOS					
Ahorro por Costo de operación vehicular	130,129	133,147	136,067	139,683	143,463
Ahorro por tiempo de cruce de tramo del proyecto	228,377	234,790	240,804	245,869	252,724
COSTO TOTAL DE BENEFICIOS	358,506	367,936	376,871	385,552	396,187
FLUJO DE CAJANETO PARA ALTERNATIVA 2	414,135	423,565	432,500	441,180	524,790

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PROYECTO

En este capítulo se desarrolla la evaluación de las alternativas planteadas con el fin de identificar en primer lugar si es conveniente ejecutarlas y en segundo lugar encontrar cual es la mejor opción para ser aplicadas como proyecto de inversión. Para ello se realizará la identificación, cuantificación y valoración de los costos y los beneficios basados en el cálculo de parámetros y criterios técnicos concernientes a la presente evaluación.

El Ministerio de economía y Finanzas (MEF), presenta diferentes tipos de evaluación de proyectos:

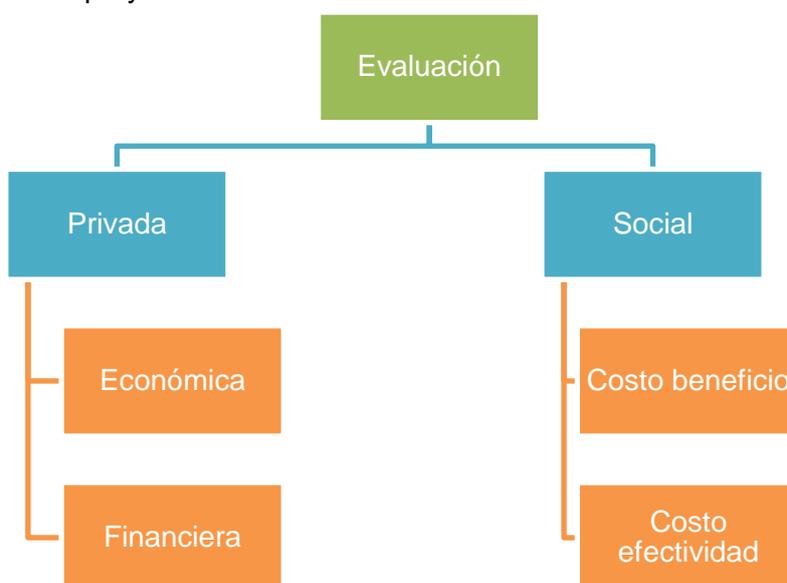


Figura N° 7.1: Tipos de Evaluación

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

7.1. ANALISIS COSTO BENEFICIO

El presente proyecto se evaluará socialmente según el método costo beneficio ya que realiza una comparación entre los costos inherentes a la realización del proyecto tales como el mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico y los costos inherentes a los bienes y servicios generados tales como los costos de operación vehicular, la aplicación de la tecnología de los pavimentos fotovoltaicos, ahorros por el tiempo de viaje.

Los indicadores para el desarrollo del análisis costo beneficio son los siguientes:

7.1.1. Valor actual neto (VAN)

Este indicador permite conocer el beneficio neto actual de un proyecto, cuyos datos utilizados para el cálculo resulta de la diferencia de los beneficios y costos generados durante el periodo de evaluación. La rentabilidad de la inversión será favorable cuando la suma del valor actual de los beneficios sea mayor a los costos aplicando una tasa de descuento. La fórmula para hallar el VAN, según el Ministerio de Economía y Finanzas es como sigue:

$$VAN = \sum \frac{FC_n}{(1 + TSD)^n}$$

Donde:

FCn: Son los flujos de caja hallados para cada año.

TSD: Es la tasa de descuento equivalente al 8% aplicado a proyectos cuyo horizonte de evaluación es como máximo 20 años.

n: Es el periodo de evaluación en años

Ejemplo:

En la alternativa 1 en el flujo de caja para el año 10 el valor correspondiente es S/. 438931. Entonces, su valor en el año 0 es:

$$\frac{S/.560456}{(1+0.08)^{10}} = S/.259600$$

Es decir, S/ 560,456 soles del año 10 valen en el año 0 (hoy) S/ 259,600.

7.1.2. Tasa interna de Retorno (TIR)

Es un indicador, que mide la rentabilidad encontrada en el valor actual neto, ya que es aquella tasa que aplicada al VAN hace su valor igual a cero. Con ello se concluye que, a mayor valor de la TIR, mayor rentabilidad del proyecto.

7.1.3. Relación Beneficio – Costo (B/C)

Sigue el mismo procedimiento del valor actual neto, sin embargo, este indicador realiza el cociente entre los costos y beneficios actualizados, descontados a la tasa de descuento seleccionada.

La evaluación se realizará desde el punto de vista de los ahorros que se generarán como consecuencia de la construcción de las alternativas planteadas.

7.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVA 1

7.2.1 Cálculo del valor actual neto Alternativa 1

Cuadro N° 7.1: Cálculo del Valor Actual Neto, Alternativa 1

Años	Costos de inversión S/,	FLUJO NETO Por ahorros en tiempos	Flujo Neto Económico	Tasa de actualización 0.0900	Flujo Neto Económico Actualizado	VAN S/.
0	-11,338,587.55		-11,338,588	1.000	-11,338,588	-11,338,588
1		481,690	481,690	0.926	446,009	-10,892,578
2		485,972	485,972	0.857	416,643	-10,475,935
3		490,277	490,277	0.794	389,198	-10,086,738
4		493,935	493,935	0.735	363,057	-9,723,681
5		532,978	532,978	0.681	362,736	-9,360,945
6		505,412	505,412	0.630	318,495	-9,042,450
7		510,866	510,866	0.583	298,086	-8,744,364
8		514,783	514,783	0.540	278,121	-8,466,243
9		519,776	519,776	0.500	260,017	-8,206,226
10		560,456	560,456	0.463	259,600	-7,946,626
11		529,997	529,997	0.429	227,307	-7,719,319
12		535,975	535,975	0.397	212,843	-7,506,476
13		543,238	543,238	0.368	199,748	-7,306,729
14		548,918	548,918	0.340	186,885	-7,119,843
15		588,805	588,805	0.315	185,616	-6,934,227
16		561,460	561,460	0.292	163,885	-6,770,343
17		568,126	568,126	0.270	153,547	-6,616,796
18		574,358	574,358	0.250	143,733	-6,473,063
19		580,366	580,366	0.232	134,478	-6,338,585
20		621,860	621,860	0.215	133,419	-6,205,166
TSD = 8,0 %					VAN = S/,	-6,205,166

Fuente: Elaboración propia

7.2.2 Cálculo de la tasa interna de retorno de la alternativa 1

Al ser negativo el valor del VAN, la tasa interna de retorno en efecto es negativa, aplicando la ecuación en Excel para la obtención del TIR resulta -0.68%.

7.2.3 Cálculo de la relación beneficio – costo de la alternativa 1

De la misma manera este indicador resulta negativo, para su cálculo se realiza la suma del flujo de caja actualizado desde el año 1 al año 20 resultando S/.4,695,721, este último valor se divide entre el monto de inversión en el año 0 equivalente a S/.11,338,588; el cociente resulta el B/C= 0.45.

7.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVA 2

7.3.1 Calculo del valor actual neto Alternativa 2

Cuadro N° 7.2: Cálculo del Valor Actual Neto, Alternativa 2

Años	Costos de inversión S/,	FLUJO NETO Por ahorros en tiempos	Flujo Neto económico	Tasa de actualización 0.0900	Flujo Neto económico Actualizado	VAN S/.
0	-3,098,882		-3,098,882	1.000	-3,098,882	-3,098,882
1		301,503	301,503	0.926	279,169	-2,819,713
2		307,459	307,459	0.857	263,597	-2,556,117
3		313,735	313,735	0.794	249,053	-2,307,064
4		319,123	319,123	0.735	234,565	-2,072,499
5		399,175	399,175	0.681	271,672	-1,800,827
6		334,817	334,817	0.630	210,991	-1,589,835
7		342,411	342,411	0.583	199,794	-1,390,042
8		348,245	348,245	0.540	188,146	-1,201,896
9		355,459	355,459	0.500	177,818	-1,024,078
10		437,539	437,539	0.463	202,665	-821,413
11		370,012	370,012	0.429	158,692	-662,721
12		378,505	378,505	0.397	150,310	-512,411
13		388,326	388,326	0.368	142,787	-369,625
14		396,476	396,476	0.340	134,985	-234,640
15		477,944	477,944	0.315	150,668	-83,972
16		414,135	414,135	0.292	120,882	36,910
17		423,565	423,565	0.270	114,477	151,386
18		432,500	432,500	0.250	108,233	259,619
19		441,180	441,180	0.232	102,227	361,846
20	-309,888	524,790	214,902	0.215	46,107	407,953
TSD = 8,0 %					VAN = S/,	407,953

Fuente: Elaboración Propia

7.3.2 Cálculo de la tasa interna de retorno de la alternativa 2

Al ser positivo el valor del VAN, la tasa interna de retorno en efecto es positiva, aplicando la ecuación en Excel para la obtención del TIR resulta 10.47%.

7.3.3 Cálculo de la relación beneficio – costo de la alternativa 2

Para su cálculo se realiza la suma del flujo de caja actualizado correspondiente a la alternativa 2 desde el año 1 al año 20 resultando S/. 3,452,247, este último valor se divide entre el monto de inversión en el año 0 equivalente a S/.309,888; el cociente resulta el B/C= 1.11.

CAPÍTULO VIII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de realizada la evaluación económica de las alternativas planteadas a precios corrientes se han encontrado los siguientes indicadores

Cuadro N° 8.1: Comparación de indicadores de rentabilidad de la evaluación económica

	Alternativa 1	Alternativa 2
VAN	-S/6,205,166.45	S/407,952.56
TIR	-0.49%	9.62%
B/C	0.453	1.132

Fuente: Elaboración Propia

Realizando una comparación entre ambas alternativas, la alternativa 2 es la mejor opción de inversión actual, sin embargo, esto es debido a que la alternativa 1 tiene un alto monto de inversión.

El resumen del presupuesto de la alternativa 1 es:

Cuadro N° 8.2: Resumen de presupuesto alternativa I

ITEM	DESCRIPCIÓN	Monto S/.
1	Trabajos preliminares	133,817.05
2	Movimiento de tierras	365,055.35
3	Pavimento asfáltico	739,484.93
4	Pavimento fotovoltaico	5,604,162.40
5	Veredas	146,709.68
6	Señalización y seguridad vial	1,767.47
7	Obras de arte	823,717.26
	COSTO DIRECTO	7,814,714.14
	Gastos Generales (8%)	625,177.13
	Utilidad (8%)	625,177.13
	Sub-Total	9,065,068.40
	IGV. (18%)	1,631,712.31
	TOTAL, PRESUPUESTO (S/.)	10,696,780.71
	Expediente técnico (3%)	320,903.42
	Supervisión de obra (3%)	320,903.42
	TOTAL, INVERSIÓN (S/.)	11,338,587.55

Fuente: Elaboración Propia

El monto mayor se encuentra en la partida 04.01 Suministro e instalación de panel fotovoltaico, cuyo metrado es 4038 metros cuadrados de pavimento y precio unitario S/.1388.45 dando como resultado S/5,598,230.40.

El precio unitario de esta partida es debido al costo del pavimento fotovoltaico por metro cuadrado es S/.1369.65 cuyo valor fue obtenido de la cotización realizada a la empresa Solmove (véase anexo I).

Para obtener un valor actual neto (VAN) equivalente a 0, el monto de inversión tendría que reducir su valor de S/11,338,587.55 a S/.4,695,720.91.

Cuadro N° 8.3: Resumen de presupuesto alternativa I con VAN igual a 0

ITEM	DESCRIPCIÓN	Monto S/.
1	Trabajos preliminares	133,817.05
2	Movimiento de tierras	365,055.35
3	Pavimento asfáltico	739,484.93
4	Pavimento fotovoltaico	1,025,805.21
5	Veredas	146,709.68
6	Señalización y seguridad vial	1,767.47
7	Obras de arte	823,717.26
	COSTO DIRECTO	3,236,356.95
	Gastos Generales (8%)	258,908.56
	Utilidad (8%)	258,908.56
	Sub-Total	3,754,174.06
	IGV. (18%)	675,751.33
	TOTAL, PRESUPUESTO (S/.)	4,429,925.39
	Expediente técnico (3%)	132,897.76
	Supervisión de obra (3%)	132,897.76
	TOTAL, INVERSIÓN (S/.)	4,695,720.92

Fuente: Elaboración Propia

El precio del pavimento fotovoltaico deberá reducir su costo a S/. 234.14 por metro cuadrado, es decir, reducir su precio actual a un 17%.

Cabe resaltar que Sinan Li (2023), indica que esto es posible en el largo plazo, ya que esta tecnología es relativamente nueva. Del mismo modo para evaluar el costo y beneficio en promedio de esta tecnología define el LCOE(Levelized cost of electricity) determinado por el cociente entre el costo de la inversión total y la producción anual de energía fotovoltaica durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Para hallar el LCOE, se aplica la siguiente fórmula:

$$LCOE = \frac{\text{Monto de inversión total}}{\text{ciclo de vida en años} * \text{kwh generados}}$$

En consecuencia, el LCOE para la alternativa 1 se calcula:

$$LCOE = \frac{S/.11,338,587.56}{20 * (4032 * 100Kwh)} = 1.406 S/./Kwh$$

No obstante, Sinan Li (2023), menciona que el sistema fotovoltaico de la carretera en Hubei China, obtuvo un LCOE aproximadamente de 0.055 \$/Kwh con el tipo de cambio a 3.72 soles por dólar es 0.2046 S/. / Kwh.

Al calcular el monto de inversión con este valor del LCOE se obtiene:

$$\text{Monto de inversión total} = LCOE * \text{ciclo de vida} * \text{kwh generados}$$

$$\text{Monto de inversión total} = 0.2046 * 20 * (4032 * 100) = S/1,649,894.4$$

Realizando la evaluación económica para este monto de inversión se obtiene:

Cuadro N° 8.4: Calculo del VAN para alternativa 1 con LCOE de carretera solar en Hubei- China

Años	Costos de Inversión S/,	FLUJO NETO Por ahorros en tiempos	Flujo Neto Económico	Tasa de Actualización 0.0900	Flujo Neto Económico Actualizado	VAN S/.
0	-1,649,894		-1,649,894	1.000	-1,649,894	-1,649,894
1		497,822	497,822	0.926	460,947	-1,188,948
2		502,104	502,104	0.857	430,474	-758,474
3		506,410	506,410	0.794	402,004	-356,470
4		510,067	510,067	0.735	374,914	18,445
5		411,453	411,453	0.681	280,028	298,473
6		521,544	521,544	0.630	328,661	627,134
7		526,999	526,999	0.583	307,499	934,632
8		530,915	530,915	0.540	286,837	1,221,469
9		535,908	535,908	0.500	268,087	1,489,557
10		438,931	438,931	0.463	203,310	1,692,867
11		546,130	546,130	0.429	234,226	1,927,093
12		552,107	552,107	0.397	219,249	2,146,342
13		559,370	559,370	0.368	205,679	2,352,021
14		565,051	565,051	0.340	192,378	2,544,399
15		467,280	467,280	0.315	147,306	2,691,705
16		577,593	577,593	0.292	168,594	2,860,299
17		584,258	584,258	0.270	157,907	3,018,206
18		590,491	590,491	0.250	147,770	3,165,976
19		596,498	596,498	0.232	138,216	3,304,191
20		500,335	500,335	0.215	107,346	3,411,537
VAN = S/, 3,045,827						
TIR = 30.24%						
B / C = 2.85						

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 8.5: Cuadro comparativo entre alternativas 1 y 2, con proyecto con LCOE =0.2046

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1 con LCOE =0.2046
VAN	-S/6,205,166.45	S/407,952.56	S/3,411,537.42
TIR	-0.49%	9.62%	30.24%
B/C	0.453	1.132	3.07

Fuente: Elaboración Propia

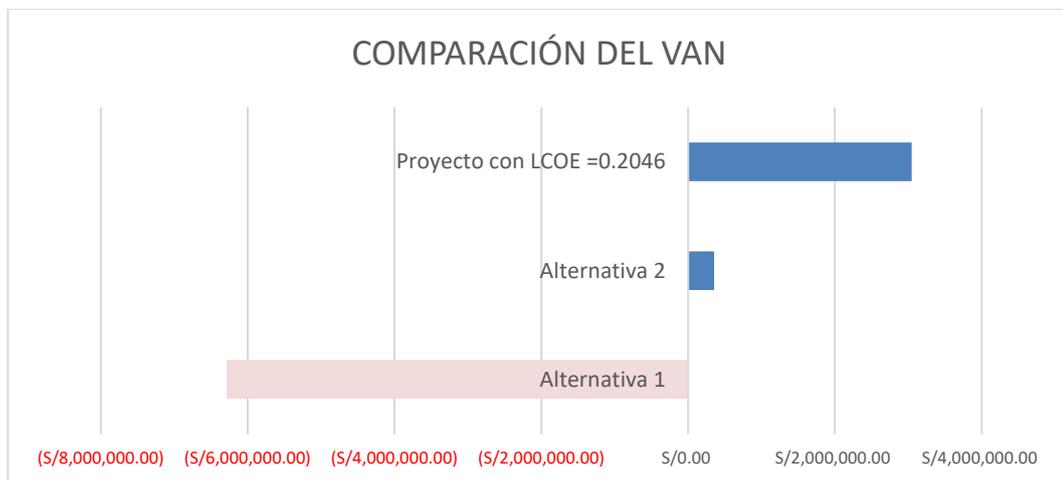


Figura N° 8.1: Gráfico comparativo de VAN

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Mediante la elaboración de un estudio a nivel de perfil, se logró conocer las condiciones físicas del área de estudio y estudiar la tecnología de pavimentos fotovoltaicos para ser aplicada en una zona rural como lo es la zona de estudio, que corresponde a un tramo de 560 metros de la avenida 8 de Abril en la provincia de Padre Abad en el Departamento de Ucayali.

La primera alternativa que utiliza la tecnología de pavimento fotovoltaico arroja un índice de Valor Actual Neto (VAN) de -S/6,277,156.73, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de -0.68% y una relación beneficio-costos (B/C) de 0.45. Esto se debe a que implica un costo de inversión inicial elevado en comparación con los beneficios. Al comparar estos dos elementos, para obtener resultados favorables, es necesario reducir el costo de inversión inicial, ya que el valor económico de los beneficios se mantendrá casi constante a lo largo de los años.

En un horizonte de evaluación de 20 años para la primera alternativa, si el LCOE (Levelized cost of electricity) es de 0.2046, índice alcanzado por el país de China, se obtienen notables beneficios económicos, como un Valor Actual Neto (VAN) de S/3,045,826.52, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 30.24 % y una Relación Beneficio-Costos (B/C) de 2.85. Estos indicadores indican una mejor opción con respecto a la segunda alternativa que aplica lo convencional. Para alcanzar este valor de LCOE, será necesario esperar al mayor desarrollo de la tecnología de pavimento fotovoltaico aplicado en pavimentos a nivel mundial, el cual promete ser una excelente opción de desarrollo sostenible en el futuro.

La segunda alternativa del proyecto, aplicado a lo convencional, resulta ser la mejor opción para su implementación en el presente, ya que, en comparación con la primera alternativa, tiene aspectos en términos de evaluación económica que la convierten en una elección superior. Esto se debe a que la primera alternativa incorpora una tecnología que está siendo desarrollada en distintos países en la actualidad, siendo China uno de los líderes en rendimiento en comparación con sus competidores.

Es posible proporcionar energía eléctrica mediante esta tecnología aprovechando espacios abiertos como carreteras y aceras sin requerir espacios adicionales presentando la ventaja de permitir un mayor control y, al mismo tiempo, contar con superficies de rodadura adecuadas contribuyendo al desarrollo de la infraestructura de nuestro país.

Hoy en día, hay una manera más económica de generar energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos colocados en campos abiertos. A pesar de esto, dicha tecnología presenta restricciones, ya que en primer lugar no proporciona un control amplio del sistema de distribución. En segundo lugar, no posibilita aprovechar espacios disponibles como aceras y carreteras para la instalación de estos paneles.

Si bien se cuenta con espacios que pueden ser destinados para la generación de energía fotovoltaica, aplicar esta metodología permitiría el mayor control sobre estos paneles.

RECOMENDACIONES

Las políticas públicas deben fomentar la adopción de esta innovadora tecnología de pavimento fotovoltaico, con el propósito de respaldar el progreso sostenible y disminuir la liberación de gases de efecto invernadero. Es fundamental considerar que la producción de energía suele implicar la quema de combustibles, un proceso que conlleva a la contaminación del entorno.

Se recomienda utilizar esta tecnología en lugares de alta radiación, y donde no se genere mucho tráfico, ya que su eficiencia depende directamente de la luz solar, por lo que aplicarla bajo esta condición, permitirá un óptimo desempeño en lo previsto para el proyecto.

Dado que esta tecnología está en proceso de desarrollo, se recomienda realizar una nueva evaluación económica en el futuro. Esto permitirá compararla con el presente trabajo de investigación y determinar qué tan factible será su aplicación en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, C. y Peña, V. (2021). *Elaboración de expediente técnico y su relación con la rentabilidad en la ejecución de la obra: Mejoramiento y ampliación de agua potable Naranjal – Chirapa – Aucaloma* [Tesis de titulación, Universidad Científica del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, Tarapoto] <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1167>
- Comisión económica para América Latina (2020). *Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial*. Boletín FAL 377. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45781/1/S2000418_es.pdf
- Embajada de la República Federal de Alemania en Lima (2018, julio). *Estudiar en Alemania*. <https://lima.diplo.de/pe-es/willkommen/04-Kultur>
- Embajada de la República Federal de Alemania en Lima (2021, octubre). *Cooperación intergubernamental peruano-alemana*. <https://lima.diplo.de/pe-es/willkommen/07-Entwicklungszusammenarbeit>
- Flores, L. (2018). *Método para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la región Arequipa, 2018*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7214>
- Guevara, C. (2018). *Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica y reducción de emisiones de CO2 en el caserío Nuevo Eden -Yambrasbamba - Amazonas* [Tesis de titulación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3182/BC- TES-TMP-2064.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021). *Acceso a los servicios básicos en el Perú. Publicaciones digitales*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1863/libro.pdf

- Instituto peruano de economía* (2017). ¿Hacia dónde va la infraestructura del transporte en el Perú?. *Revista Costos*.
<https://www.ipe.org.pe/portal/hacia-donde-va-la-infraestructura-del-transporte-n-el-peru/>
- Mehta, A., Aggrawal, N., & Tiwari, A. (2015). Solar Roadways-The future of roadways. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology (IARJSET)*, 2(1).
<http://171.67.100.116/courses/2017/ph240/cook2/docs/mehta.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas (2020). Directiva general del sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones. *Directiva N°001-2019-EF/63.011*.<https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-inv-publica/instrumento/directivas/19114-resolucion-directoral-n-001-2019-ef-63-01-2/file>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), Manual de Carreteras: Diseño Geométrico. *DG-2018-RD N°03 - 2018 MTC/14*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Patlins, A. Hnatov, N. Kunicina, S. Arhun, A. Zabasta and L. Ribickis, "Sustainable pavement enable to produce electricity for road lighting using green energy," *2018 Energy and Sustainability for Small Developing Economies (ES2DE)*, Funchal, Portugal, 2018, pp. 1-2, doi: 10.1109/ES2DE.2018-8494236. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8494236>
- Pineda, J. (2018). Carreteras eléctricas, carreteras solares: secciones adaptadas a una nueva movilidad. *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, (219), 7.13.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6534825>
- Rodríguez, M., Vázquez, A., Vélez, A. y Saltos, W. (2017). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales, Bogotá - Colombia. *Revista Científica*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021280>
- Sinan, L., Tao, M. y Dengjia, W. (2023). Photovoltaic pavement and solar road: A review and perspectives. *Mejora de la calidad de la energía con sistemas*

fotovoltaicos en las zonas rurales. *Review Article: Sustainable Energy Technologies and Assessments* Vol. 55.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221313882200981X>

Sociedad de Comercio Exterior del Perú (2020-2021). Informe de cierre de la brecha de infraestructura. ComexPerú.

<https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/informe-anual-cierre-de-brecha-de-infraestructura-2020-2021.pdf>

Tao, M (2014). Development of a model to simulate the performance characteristics of crystalline silicon photovoltaic modules/strings/arrays. *Solar Energy*, Volume 100, 2014, Pages 31-41, ISSN 0038.092X.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X13005203?via%3Dihub>

Wehrich, R y Heine, M. (2019). Bewertung des Solarstraßenkonzepts.

https://www.researchgate.net/profile/Fatih-Sakali/publication/332259332_Bewertung_des_Solarstrassenkonzepts/links/5caa459f92851c64bd57ab2c/Bewertung-des-Solarstrassenkonzepts.pdf

ANEXOS

ANEXO I: COTIZACIÓN SOLMOVE.....	103
ANEXO II: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	104
ANEXO III: RELACIÓN DE INSUMOS.....	122

ANEXO I: COTIZACIÓN SOLMOVE

Ihre Anfrage bei Solmove Externo Recibidos x  



vertrieb@solmove.com vertrieb@solmove.c... jue, 9 feb, 15:20   
para mí ▾

 alemán ▾ >  español ▾ [Traducir mensaje](#) [Desactivar para: alemán](#) 

Sehr geehrter Interessent,

zur Zeit bekommen wir sehr viele Anfragen. Daher kann es noch ein bisschen dauern, bis wir antworten.

Wenn es dringend ist, und Sie z.B. eine Pilotanlage planen, schreiben Sie mir bitte direkt: dmj@solmove.com.

Vielleicht kommen Sie mit folgenden Antworten weiter:

Die Solmove Module stehen derzeit noch nicht zur Verfügung.

Der Preis pro Quadratmeter wird zunächst ca. 300 € betragen. Weitere Fragen über Leistung und Einbau sind auf der Internetseite beantwortet:

<https://www.solmove.com/faqs-de/>. Bei Fragen zu einer Beteiligung an der Solmove GmbH sprechen Sie mich bitte direkt an.

Wir werden uns bei Ihnen melden, sobald die Module verfügbar sind.

Mit besten Grüßen

D.Müller-Judex

Geschäftsführer Solmove GmbH

de: **vertrieb@solmove.com**
<vertrieb@solmove.com> [a través de](#) mout-bounce.kundenserver.de
para: ajimenezc@uni.pe
fecha: 9 feb 2023, 15:20
asunto: Ihre Anfrage bei Solmove
enviado por: mout-bounce.kundenserver.de
seguridad:  Cifrado estándar (TLS) [Más información](#)
 : Importante según el criterio de Google.

ANEXO II: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios presupuesto de alternativa 1

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022						
Subpresupuesto	002 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1					Fecha presupuesto	22/06/2023
Partida	01.01 CAMPAMENTOS						
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB			5,800.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0201010029	ALQUILER DE OFICINA	MES		4.0000	500.00	2,000.00	
0201010030	ALQUILER DE SS.HH.	MES		4.0000	200.00	800.00	
0201010031	ALQUILER DE ALMACEN	MES		4.0000	750.00	3,000.00	
						5,800.00	
Partida	01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : GLB			2,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0204030028	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS PARA PUNTES	GLB		1.0000	2,500.00	2,500.00	
						2,500.00	
Partida	01.03 LIMPIEZA DE TERRENO						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M2			6.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	26.15	0.84	
0101010005	PEON	HH	1.0000	0.0320	18.60	0.60	
						1.44	
	Equipos						
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	1.0000	0.0320	166.97	5.34	
						5.34	
Partida	01.04 TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN						
Rendimiento	KM/DIA	MO. 0.0100	EQ. 0.0100	Costo unitario directo por : KM			84,899.20
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101030000	TOPOGRAFO	HH	2.0000	1,600.0000	28.24	45,184.00	
0101030009	NIVELADOR	hh	1.0000	800.0000	20.57	16,456.00	
						61,640.00	
	Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.0050	2.63	0.01	
0204030005	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2-GRADO 60	KG		0.0150	4.05	0.06	
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA C/C Ø 3"	KG		0.0050	3.81	0.02	
0213030003	YESO	BLS		0.0100	12.00	0.12	
0231010001	MADERA TORNILLO	P2		0.0300	5.50	0.17	
0240020001	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0100	81.81	0.82	
						1.20	
	Equipos						
0301000020	NIVEL DE INGENIERIA	HM	1.0000	800.0000	7.72	6,176.00	
0301000021	ESTACION TOTAL	HM	1.0000	800.0000	17.50	14,000.00	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	61,640.00	3,082.00	
						23,258.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	002 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1						
Partida	01.05 ELIMINACION DE ESCOMBROS						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M3			38.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	0.0640	26.15	1.67	
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0640	18.60	1.19	
							2.86
Equipos							
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	1.0000	0.0320	343.94	11.01	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	2.0000	0.0640	386.74	24.75	
							35.76
Partida	02.01 EXCAVACION MATERIAL SUELTO C/ MAQUINARIA						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : M3			20.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0533	26.15	1.39	
0101010005	PEON	HH	1.0000	0.0533	18.60	0.99	
							2.38
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.38	0.07	
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	2.0000	0.1067	166.97	17.82	
							17.89
Partida	02.02 PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M2			18.45
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	0.0640	26.15	1.67	
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0640	18.60	1.19	
							2.86
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.86	0.14	
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.0320	222.10	7.11	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	HM	1.0000	0.0320	260.67	8.34	
							15.59
Partida	02.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : M3			61.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.1600	18.60	2.98	
							2.98
Equipos							
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	1.0000	0.0800	343.94	27.52	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	1.0000	0.0800	386.74	30.94	
							58.46

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	002 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1						
Partida	03.01 SUB BASE GRANULAR						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : M3			158.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.2000	26.15	5.23
0101010005	PEON		HH	2.0000	0.4000	18.60	7.44
							12.67
Materiales							
02070200010003	AFIRMADO		M3		1.0000	64.70	64.70
							64.70
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	12.67	0.63
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T		HM	1.0000	0.2000	222.10	44.42
0301200002	MOTONIVELADORA DE125 HP		HM	1.0000	0.2000	180.91	36.18
							81.23
Partida	03.02 BASE GRANULAR						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 35.0000	EQ. 35.0000	Costo unitario directo por : M3			167.57
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.2286	26.15	5.98
0101010005	PEON		HH	1.0000	0.2286	18.60	4.25
							10.23
Materiales							
02070200010003	AFIRMADO		M3		1.0000	64.70	64.70
							64.70
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	10.23	0.51
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T		HM	1.0000	0.2286	222.10	50.77
0301200002	MOTONIVELADORA DE125 HP		HM	1.0000	0.2286	180.91	41.36
							92.64
Partida	03.03 RIEGO DE LIGA						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : M2			14.94
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.0160	26.15	0.42
0101010005	PEON		HH	2.0000	0.0320	18.60	0.60
							1.02
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		GLN		0.4500	13.33	6.00
							6.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.02	0.03
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA 70 HP		HM	1.0000	0.0160	97.73	1.56
0301170002	RETROEXCAVADORA		HM	1.0000	0.0160	166.97	2.67
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gj		HM	1.0000	0.0160	228.50	3.66
							7.92

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022

Subpresupuesto 002 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1

Fecha presupuesto 22/06/2023

Partida 03.04 CARPETA ASFALTICA DE 3"

Rendimiento M2/DIA MO. 300.0000 EQ. 300.0000 Costo unitario directo por : M2 **95.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	0.1067	26.15	2.79
0101010005	PEON	HH	6.0000	0.1600	18.60	2.98
5.77						
Materiales						
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	GLN		5.8500	12.50	73.13
0213020002	CAL HIDRATADA	KG		3.4900	1.27	4.43
77.56						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.77	0.17
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.0267	222.10	5.93
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	HM	1.0000	0.0267	219.82	5.87
11.97						

Partida 04.01 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO

Rendimiento M2/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : M2 **1,388.45**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.4000	26.15	10.46
0101010005	PEON	HH	1.0000	0.4000	18.60	7.44
17.90						
Materiales						
0270110325	PANEL FOTOVOLTAICO	M2		1.0000	1,369.65	1,369.65
1,369.65						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.90	0.90
0.90						

Partida 04.02 INSTALACIÓN DE CASETA PARA BATERÍA Y CONTROL

Rendimiento GLB/DIA MO. 0.5000 EQ. 0.5000 Costo unitario directo por : GLB **5,932.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	32.0000	26.15	836.80
0101010005	PEON	HH	2.0000	32.0000	18.60	595.20
1,432.00						
Materiales						
0257010003	CASETA PARA CONTROL	und		1.0000	4,500.00	4,500.00
4,500.00						

Partida 05.01 EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA

Rendimiento M3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : M3 **51.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	HH	1.0000	2.6667	18.60	49.60
49.60						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	49.60	1.49
1.49						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	002 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1						
Partida	05.02	BASE GRANULAR PARA VEREDAS					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : M3			172.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	1.6000	26.15	41.84	
0101010005	PEON	HH	2.0000	1.6000	18.60	29.76	
71.60							
Materiales							
02070200010003	AFIRMADO	M3		1.0000	64.70	64.70	
64.70							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	71.60	3.58	
0301100007	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	HM	1.0000	0.8000	41.35	33.08	
36.66							
Partida	05.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE VEREDA					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : M2			147.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	2.6667	26.15	69.73	
0101010005	PEON	HH	1.0000	2.6667	18.60	49.60	
119.33							
Materiales							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.2000	2.63	0.53	
02041200010015	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	KG		0.2000	4.14	0.83	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	GLN		0.0500	86.16	4.31	
0231010001	MADERA TORNILLO	P2		1.5400	5.50	8.47	
02310500010009	TRIPLAY DE 18 mm	pln		0.1200	90.00	10.80	
24.94							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.33	3.58	
3.58							
Partida	05.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN VEREDAS					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : M3			385.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	1.6000	26.15	41.84	
0101010005	PEON	HH	6.0000	2.4000	18.60	44.64	
86.48							
Materiales							
02010300010005	COMBUSTIBLE	GLN		0.1000	9.47	0.95	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"	M3		0.7500	53.39	40.04	
02070200010002	ARENA GRUESA	M3		0.5000	49.15	24.58	
0207070003	AGUA	M3		0.1800	6.13	1.10	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.50 KG)	BLS		9.0000	24.50	220.50	
0277010003	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	7.35	0.37	
287.54							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	86.48	4.32	
03012900010009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.4000	5.93	2.37	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	HM	1.0000	0.4000	12.46	4.98	
11.67							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022						
Subpresupuesto	002 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1						Fecha presupuesto 22/06/2023
Partida	06.01 SEÑALES INFORMATIVAS						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : M2			370.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010003	OPERARIO Mano de Obra	HH	1.0000	0.8000	26.15	20.92	20.92
	Materiales						
02671100160007	SEÑALIZACION INFORMATIVA	und		1.0000	250.00	250.00	250.00
	Subpartidas						
010105010101	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3		0.2500	396.65	99.16	99.16
Partida	06.02 SEÑALES REGLAMENTARIAS						
Rendimiento	UND/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : UND			355.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010003	OPERARIO Mano de Obra	HH	1.0000	1.3333	26.15	34.87	34.87
	Materiales						
02671100160002	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und		1.0000	220.00	220.00	220.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.87	1.74	1.74
	Subpartidas						
010105010101	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3		0.2500	396.65	99.16	99.16
Partida	06.03 SEÑALES PREVENTIVAS						
Rendimiento	UND/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : UND			315.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010003	OPERARIO Mano de Obra	HH	1.0000	1.3333	26.15	34.87	34.87
	Materiales						
02671100040007	SEÑAL PREVENTIVA	und		1.0000	180.00	180.00	180.00
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.87	1.74	1.74
	Subpartidas						
010105010101	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3		0.2500	396.65	99.16	99.16
Partida	06.05.01 EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : M3			61.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010005	PEON Mano de Obra	HH	1.0000	3.2000	18.60	59.52	59.52
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	59.52	1.79	1.79

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022	Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	002	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1				
Partida	06.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS				
Rendimiento	M2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : M2 74.84		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.5714	26.15	14.94
0101010004	OFICIAL	HH	1.0000	0.5714	18.48	10.56
0101010005	PEON	HH	2.0000	1.1429	18.60	21.26
						46.76
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.2000	2.63	0.53
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	KG		0.2000	3.35	0.67
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	GLN		0.0500	86.16	4.31
0231010001	MADERA TORNILLO	P2		1.5400	5.50	8.47
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln		0.1200	98.00	11.76
						25.74
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	46.76	2.34
						2.34
Partida	06.05.03	ACERO CORRUGADO F'Y = 4,200 KG/CM2				
Rendimiento	KG/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : KG 5.89		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	0.0533	26.15	1.39
						1.39
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	KG		0.0500	3.59	0.18
0204030005	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2-GRADO 60	KG		1.0500	4.05	4.25
						4.43
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.39	0.07
						0.07
Partida	06.05.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN CUNETAS				
Rendimiento	M3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : M3 396.65		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	1.7778	26.15	46.49
0101010005	PEON	HH	6.0000	2.6667	18.60	49.60
						96.09
	Materiales					
02010300010005	COMBUSTIBLE	GLN		0.1000	9.47	0.95
02070100010002	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"	M3		0.7500	53.39	40.04
02070200010002	ARENA GRUESA	M3		0.5000	49.15	24.58
0207070003	AGUA	M3		0.1800	6.13	1.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.50 KG)	BLS		9.0000	24.50	220.50
0277010003	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	8.18	0.41
						287.58
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	96.09	4.80
03012900010009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.4444	5.93	2.64
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	HM	1.0000	0.4444	12.46	5.54
						12.98

Análisis de precios unitarios presupuesto de alternativa 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	003 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2						
Partida	01.01 CAMPAMENTOS						
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : GLB			5,800.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
0201010029	ALQUILER DE OFICINA	MES		4.0000	500.00	2,000.00	
0201010030	ALQUILER DE SS.HH.	MES		4.0000	200.00	800.00	
0201010031	ALQUILER DE ALMACEN	MES		4.0000	750.00	3,000.00	
							5,800.00
Partida	01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	GLB/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : GLB			2,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
0204030028	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS PARA PUENTES	GLB		1.0000	2,500.00	2,500.00	
							2,500.00
Partida	01.03 LIMPIEZA DE TERRENO						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M2			6.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0320	26.15	0.84	
0101010005	PEON	HH	1.0000	0.0320	18.60	0.60	
							1.44
Equipos							
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	1.0000	0.0320	166.97	5.34	
							5.34
Partida	01.04 TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN						
Rendimiento	KM/DIA	MO. 0.0100	EQ. 0.0100	Costo unitario directo por : KM			84,899.20
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101030000	TOPOGRAFO	HH	2.0000	1,600.0000	28.24	45,184.00	
0101030009	NIVELADOR	hh	1.0000	800.0000	20.57	16,456.00	
							61,640.00
Materiales							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.0050	2.63	0.01	
0204030005	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2-GRADO 60	KG		0.0150	4.05	0.06	
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA C/C Ø 3"	KG		0.0050	3.81	0.02	
0213030003	YESO	BLS		0.0100	12.00	0.12	
0231010001	MADERA TORNILLO	P2		0.0300	5.50	0.17	
0240020001	PINTURA ESMALTE	GLN		0.0100	81.81	0.82	
							1.20
Equipos							
0301000020	NIVEL DE INGENIERIA	HM	1.0000	800.0000	7.72	6,176.00	
0301000021	ESTACION TOTAL	HM	1.0000	800.0000	17.50	14,000.00	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	61,640.00	3,082.00	
							23,258.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023			
Subpresupuesto	003 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2							
Partida	01.05	ELIMINACION DE ESCOMBROS						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M3			38.62	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	0.0640	26.15	1.67		
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0640	18.60	1.19		
						2.86		
	Equipos							
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	1.0000	0.0320	343.94	11.01		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	2.0000	0.0640	386.74	24.75		
						35.76		
Partida	02.01	EXCAVACION MATERIAL SUELTO C/ MAQUINARIA						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : M3			20.27	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0533	26.15	1.39		
0101010005	PEON	HH	1.0000	0.0533	18.60	0.99		
						2.38		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.38	0.07		
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	2.0000	0.1067	166.97	17.82		
						17.89		
Partida	02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : M2			18.45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	0.0640	26.15	1.67		
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0640	18.60	1.19		
						2.86		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.86	0.14		
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.0320	222.10	7.11		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	HM	1.0000	0.0320	260.67	8.34		
						15.59		
Partida	02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : M3			61.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.1600	18.60	2.98		
						2.98		
	Equipos							
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	1.0000	0.0800	343.94	27.52		
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	1.0000	0.0800	386.74	30.94		
						58.46		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022					Fecha presupuesto	22/06/2023
Subpresupuesto	003	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2						
Partida	03.01	SUB BASE GRANULAR						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000			Costo unitario directo por : M3	158.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.2000	26.15	5.23		
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.4000	18.60	7.44		
						12.67		
	Materiales							
02070200010003	AFIRMADO	M3		1.0000	64.70	64.70		
						64.70		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	12.67	0.63		
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.2000	222.10	44.42		
0301200002	MOTONIVELADORA DE125 HP	HM	1.0000	0.2000	180.91	36.18		
						81.23		
Partida	03.02	BASE GRANULAR						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 35.0000	EQ. 35.0000			Costo unitario directo por : M3	167.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.2286	26.15	5.98		
0101010005	PEON	HH	1.0000	0.2286	18.60	4.25		
						10.23		
	Materiales							
02070200010003	AFIRMADO	M3		1.0000	64.70	64.70		
						64.70		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	10.23	0.51		
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.2286	222.10	50.77		
0301200002	MOTONIVELADORA DE125 HP	HM	1.0000	0.2286	180.91	41.36		
						92.64		
Partida	03.03	RIEGO DE LIGA						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : M2	14.94	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0160	26.15	0.42		
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0320	18.60	0.60		
						1.02		
	Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN		0.4500	13.33	6.00		
						6.00		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.02	0.03		
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA 70 HP	HM	1.0000	0.0160	97.73	1.56		
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	1.0000	0.0160	166.97	2.67		
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	HM	1.0000	0.0160	228.50	3.66		
						7.92		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022		Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	003	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2					
Partida	03.04	CARPETA ASFALTICA DE 3"					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : M2			95.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	0.1067	26.15	2.79	
0101010005	PEON	HH	6.0000	0.1600	18.60	2.98	
5.77							
Materiales							
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	GLN		5.8500	12.50	73.13	
0213020002	CAL HIDRATADA	KG		3.4900	1.27	4.43	
77.56							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.77	0.17	
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.0267	222.10	5.93	
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	HM	1.0000	0.0267	219.82	5.87	
11.97							
Partida	04.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA VEREDA					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : M3			51.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	HH	1.0000	2.6667	18.60	49.60	
49.60							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	49.60	1.49	
1.49							
Partida	04.02	BASE GRANULAR PARA VEREDAS					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : M3			172.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	1.6000	26.15	41.84	
0101010005	PEON	HH	2.0000	1.6000	18.60	29.76	
71.60							
Materiales							
02070200010003	AFIRMADO	M3		1.0000	64.70	64.70	
64.70							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	71.60	3.58	
0301100007	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	HM	1.0000	0.8000	41.35	33.08	
36.66							
Partida	04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : M2			147.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	2.6667	26.15	69.73	
0101010005	PEON	HH	1.0000	2.6667	18.60	49.60	
119.33							
Materiales							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.2000	2.63	0.53	
02041200010015	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	KG		0.2000	4.14	0.83	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	GLN		0.0500	86.16	4.31	
0231010001	MADERA TORNILLO	P2		1.5400	5.50	8.47	
02310500010009	TRIPLAY DE 18 mm	pln		0.1200	90.00	10.80	
24.94							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	119.33	3.58	
3.58							

Fecha : 01/08/2023 18:44:00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				Fecha presupuesto		22/06/2023
Subpresupuesto	003 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2						
Partida	04.04 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN VEREDAS						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : M3		385.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	1.6000	26.15	41.84	
0101010005	PEON	HH	6.0000	2.4000	18.60	44.64	
86.48							
Materiales							
02010300010005	COMBUSTIBLE	GLN		0.1000	9.47	0.95	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"	M3		0.7500	53.39	40.04	
02070200010002	ARENA GRUESA	M3		0.5000	49.15	24.58	
0207070003	AGUA	M3		0.1800	6.13	1.10	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.50 KG)	BLS		9.0000	24.50	220.50	
0277010003	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	7.35	0.37	
287.54							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	86.48	4.32	
03012900010009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.4000	5.93	2.37	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	HM	1.0000	0.4000	12.46	4.98	
11.67							
Partida	05.01 SEÑALES INFORMATIVAS						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : M2		370.08	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.8000	26.15	20.92	
20.92							
Materiales							
02671100160007	SEÑALIZACION INFORMATIVA	und		1.0000	250.00	250.00	
250.00							
Subpartidas							
010105010101	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3		0.2500	396.65	99.16	
99.16							
Partida	05.02 SEÑALES REGLAMENTARIAS						
Rendimiento	UND/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : UND		355.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	1.3333	26.15	34.87	
34.87							
Materiales							
02671100160002	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und		1.0000	220.00	220.00	
220.00							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.87	1.74	
1.74							
Subpartidas							
010105010101	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	M3		0.2500	396.65	99.16	
99.16							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022	Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	003	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2				
Partida	05.03	SENALES PREVENTIVAS				
Rendimiento	UND/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : UND	315.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	1.3333	26.15	34.87
						34.87
	Materiales					
02671100040007	SEÑAL PREVENTIVA	und		1.0000	180.00	180.00
						180.00
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	34.87	1.74
						1.74
	Subpartidas					
010105010101	CONCRETO F'c=210 KG/CM2	M3		0.2500	396.65	99.16
						99.16
Partida	05.05.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO PARA CUNETAS				
Rendimiento	M3/DIA	MO. 2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : M3	61.31	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	HH	1.0000	3.2000	18.60	59.52
						59.52
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	59.52	1.79
						1.79
Partida	05.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA CUNETAS				
Rendimiento	M2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : M2	74.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.5714	26.15	14.94
0101010004	OFICIAL	HH	1.0000	0.5714	18.48	10.56
0101010005	PEON	HH	2.0000	1.1429	18.60	21.26
						46.76
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.2000	2.63	0.53
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	KG		0.2000	3.35	0.67
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	GLN		0.0500	86.16	4.31
0231010001	MADERA TORNILLO	P2		1.5400	5.50	8.47
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln		0.1200	98.00	11.76
						25.74
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	46.76	2.34
						2.34
Partida	05.05.03	ACERO CORRUGADO F'Y = 4,200 KG/CM2				
Rendimiento	KG/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : KG	5.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	HH	2.0000	0.0533	26.15	1.39
						1.39
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	KG		0.0500	3.59	0.18
0204030005	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2-GRADO 60	KG		1.0500	4.05	4.25
						4.43
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.39	0.07
						0.07

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				Fecha presupuesto		22/06/2023
Subpresupuesto	003 PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2						
Partida	05.05.04 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN CUNETAS						
Rendimiento	M3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : M3		396.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	1.7778	26.15	46.49	
0101010005	PEON	HH	6.0000	2.6667	18.60	49.60	
							96.09
Materiales							
02010300010005	COMBUSTIBLE	GLN		0.1000	9.47	0.95	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"	M3		0.7500	53.39	40.04	
02070200010002	ARENA GRUESA	M3		0.5000	49.15	24.58	
0207070003	AGUA	M3		0.1800	6.13	1.10	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.50 KG)	BLS		9.0000	24.50	220.50	
0277010003	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	8.18	0.41	
							287.58
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	96.09	4.80	
03012900010009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.4444	5.93	2.64	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	HM	1.0000	0.4444	12.46	5.54	
							12.98

Análisis de precios unitarios presupuesto de mantenimiento rutinario de alternativa

1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	004 MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 1						
Partida	01.01 LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : M2			2.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0400	26.15	1.05	
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0800	18.60	1.49	
						2.54	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.54	0.13	
						0.13	
Partida	02.01 LIMPIEZA DE CUNETAS						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : M2			18.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.1778	26.15	4.65	
0101010005	PEON	HH	4.0000	0.7111	18.60	13.23	
						17.88	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.88	0.89	
						0.89	
Partida	04.01 VIGILANCIA Y CONTROL DE INSTALACIONES						
Rendimiento	MES/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : MES			439.32
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	16.0000	26.15	418.40	
						418.40	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	418.40	20.92	
						20.92	

Análisis de precios unitarios de presupuesto de mantenimiento periódico de alternativa 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022		Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	005	MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 1					
Partida	RETIRO DE MODULOS FOTOVOLTAICOS DAÑADOS						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : M2		8.79	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	2.0000	0.3200	26.15	8.37
							8.37
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	8.37	0.42
							0.42
Partida	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL FOTOVOLTAICO						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : M2		1,388.45	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.4000	26.15	10.46
0101010005	PEON		HH	1.0000	0.4000	18.60	7.44
							17.90
	Materiales						
0270110325	PANEL FOTOVOLTAICO		M2		1.0000	1,369.65	1,369.65
							1,369.65
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	17.90	0.90
							0.90
Partida	04.01 LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : M2		2.67	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.0400	26.15	1.05
0101010005	PEON		HH	2.0000	0.0800	18.60	1.49
							2.54
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.54	0.13
							0.13
Partida	05.01 LIMPIEZA DE CUNETAS						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000	Costo unitario directo por : M2		18.77	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.1778	26.15	4.65
0101010005	PEON		HH	4.0000	0.7111	18.60	13.23
							17.88
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	17.88	0.89
							0.89
Partida	07.01 VIGILANCIA Y CONTROL DE INSTALACIONES						
Rendimiento	MES/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : MES		439.32	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	16.0000	26.15	418.40
							418.40
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	418.40	20.92
							20.92

Análisis de precios unitarios de presupuesto de mantenimiento rutinario de alternativa 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023	
Subpresupuesto	006	MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 2					
Partida	LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA ALT 2						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000		Costo unitario directo por : M2	8.44	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.0800	26.15	2.09
0101010005	PEON		HH	4.0000	0.3200	18.60	5.95
							8.04
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	8.04	0.40
							0.40
Partida	02.01	LIMPIEZA DE CUNETAS					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 45.0000	EQ. 45.0000		Costo unitario directo por : M2	18.77	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		HH	1.0000	0.1778	26.15	4.65
0101010005	PEON		HH	4.0000	0.7111	18.60	13.23
							17.88
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	17.88	0.89
							0.89
Partida	03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	M3/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000		Costo unitario directo por : M3	61.44	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		HH	2.0000	0.1600	18.60	2.98
							2.98
	Equipos						
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP		HM	1.0000	0.0800	343.94	27.52
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		HM	1.0000	0.0800	386.74	30.94
							58.46

Análisis de precios unitarios de presupuesto de mantenimiento periódico de alternativa 2

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0201013 PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022			Fecha presupuesto	22/06/2023		
Subpresupuesto	007 MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 2						
Partida	LIMPIEZA DE BERMAS Y CALZADA ALT 2						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : M2			8.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0800	26.15	2.09	
0101010005	PEON	HH	4.0000	0.3200	18.60	5.95	
							8.04
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.04	0.40	
							0.40
Partida	01.01 NIVELACION DE RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : M2			11.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0200	26.15	0.52	
							0.52
Materiales							
02070200010003	AFIRMADO	M3		0.1050	64.70	6.79	
							6.79
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.52	0.03	
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	0.5000	0.0100	222.10	2.22	
0301200002	MOTONIVELADORA DE125 HP	HM	0.5000	0.0100	180.91	1.81	
							4.06
Partida	01.02 RIEGO DE LIGA						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : M2			14.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	1.0000	0.0160	26.15	0.42	
0101010005	PEON	HH	2.0000	0.0320	18.60	0.60	
							1.02
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN		0.4500	13.33	6.00	
							6.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.02	0.03	
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA 70 HP	HM	1.0000	0.0160	97.73	1.56	
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	1.0000	0.0160	166.97	2.67	
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	HM	1.0000	0.0160	228.50	3.66	
							7.92
Partida	01.03 CARPETA ASFALTICA DE 3"						
Rendimiento	M2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : M2			95.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	HH	4.0000	0.1067	26.15	2.79	
0101010005	PEON	HH	6.0000	0.1600	18.60	2.98	
							5.77
Materiales							
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	GLN		5.8500	12.50	73.13	
0213020002	CAL HIDRATADA	KG		3.4900	1.27	4.43	
							77.56
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.77	0.17	
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	1.0000	0.0267	222.10	5.93	
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	HM	1.0000	0.0267	219.82	5.87	
							11.97

ANEXO III: RELACIÓN DE INSUMOS

Relación de insumos de presupuesto de alternativa 1

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	002	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 1				
Fecha	01/06/2023					
Lugar	250301	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Código	Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA						
0101030009	NIVELADOR		hh	448.0000	20.57	9,215.36
0101010004	OFICIAL		HH	1,535.9232	18.48	28,383.86
0101010003	OPERARIO		HH	10,059.3569	26.15	263,052.18
0101010005	PEON		HH	14,822.8160	18.60	275,704.38
0101030000	TOPOGRAFO		HH	896.0000	28.24	25,303.04
						601,658.82
MATERIALES						
0204030005	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2-GRADO 60		KG	21,042.6699	4.05	85,222.81
02070200010003	AFIRMADO		M3	1,948.8000	64.70	126,087.36
0207070003	AGUA		M3	221.1930	6.13	1,355.91
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8		KG	672.0028	2.63	1,767.37
02040100020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		KG	1,002.0315	3.59	3,597.29
0201010031	ALQUILER DE ALMACEN		MES	4.0000	750.00	3,000.00
0201010029	ALQUILER DE OFICINA		MES	4.0000	500.00	2,000.00
0201010030	ALQUILER DE SS.HH.		MES	4.0000	200.00	800.00
02070200010002	ARENA GRUESA		M3	614.4250	49.15	30,198.99
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		GLN	1,814.4000	13.33	24,185.95
0213020002	CAL HIDRATADA		KG	14,071.6800	1.27	17,871.03
0257010003	CASETA PARA CONTROL		und	1.0000	4,500.00	4,500.00
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70		GLN	23,587.2000	12.50	294,840.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.50 KG)		BLS	11,059.6500	24.50	270,961.43
02041200010015	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		KG	134.4000	4.14	556.42
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA C/C Ø 3"		KG	0.0028	3.81	0.01
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA		KG	537.6000	3.35	1,800.96
02010300010005	COMBUSTIBLE		GLN	122.8850	9.47	1,163.72
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO		GLN	168.0000	86.16	14,474.88
0231010001	MADERA TORNILLO		P2	5,174.4168	5.50	28,459.29
0204030028	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS PARA PUENTES		GLB	1.0000	2,500.00	2,500.00
0270110325	PANEL FOTOVOLTAICO		M2	4,032.0000	1,369.65	5,522,428.80
02070100010002	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"		M3	921.6375	53.39	49,206.23
0240020001	PINTURA ESMALTE		GLN	0.0056	81.81	0.46
02671100040007	SEÑAL PREVENTIVA		und	1.0000	180.00	180.00
02671100160002	SEÑALES REGLAMENTARIAS		und	2.0000	220.00	440.00
02671100160007	SEÑALIZACION INFORMATIVA		und	2.0000	250.00	500.00
02310500010009	TRIPLAY DE 18 mm		pln	80.6400	90.00	7,257.60
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm		pln	322.5600	98.00	31,610.88
0213030003	YESO		BLS	0.0056	12.00	0.07
						6,526,967.46
EQUIPOS						
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl		HM	64.5120	228.50	14,740.99
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		HM	340.3328	386.74	131,620.31
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP		HM	305.9264	343.94	105,220.33
0301100007	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP		HM	107.5200	41.35	4,445.95
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA 70 HP		HM	64.5120	97.73	6,304.76
0301000021	ESTACION TOTAL		HM	448.0000	17.50	7,840.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		HM	545.3017	12.46	6,794.46
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		HM	172.0320	260.67	44,843.58
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP		HM	385.9430	180.91	69,820.95
0301000020	NIVEL DE INGENIERIA		HM	448.0000	7.72	3,458.56
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP		HM	107.6544	219.82	23,664.59
0301170002	RETROEXCAVADORA		HM	538.3823	166.97	89,893.69
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T		HM	665.6294	222.10	147,836.29
03012900010009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		HM	545.3029	5.93	3,233.65
						659,718.11
Total					S/.	7,788,344.39

“PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, 2022”.

Bach. Atilio Agustín Jimenez Cajahuaman

Relación de insumos de presupuesto de alternativa 2

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Obra	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	003	PRESUPUESTO ALTERNATIVA 2				
Fecha	01/06/2023					
Lugar	250301	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
MANO DE OBRA						
0101030009	NIVELADOR	hh	448.0000	20.57	9,215.36	
0101010004	OFICIAL	HH	1,535.9232	18.48	28,383.86	
0101010003	OPERARIO	HH	8,414.5441	26.15	220,040.33	
0101010005	PEON	HH	13,178.1023	18.60	245,112.70	
0101030000	TOPOGRAFO	HH	896.0000	28.24	25,303.04	
					528,056.29	
MATERIALES						
0204030005	ACERO DE REFUERZO FY= 4,200 KG/CM2-GRADO 60	KG	21,042.6699	4.05	85,222.81	
02070200010003	AFIRMADO	M3	1,948.8000	64.70	126,087.36	
0207070003	AGUA	M3	221.1930	6.13	1,355.91	
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	KG	672.0028	2.63	1,767.37	
02040100020001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	KG	1,002.0315	3.59	3,597.29	
0201010031	ALQUILER DE ALMACEN	MES	4.0000	750.00	3,000.00	
0201010029	ALQUILER DE OFICINA	MES	4.0000	500.00	2,000.00	
0201010030	ALQUILER DE SS.HH.	MES	4.0000	200.00	800.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	M3	614.4250	49.15	30,198.99	
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN	1,814.4000	13.33	24,185.95	
0213020002	CAL HIDRATADA	KG	14,071.6800	1.27	17,871.03	
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	GLN	23,587.2000	12.50	294,840.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.50 KG)	BLS	11,059.6500	24.50	270,961.43	
02041200010015	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	KG	134.4000	4.14	556.42	
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA C/C Ø 3"	KG	0.0028	3.81	0.01	
0204120001	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	KG	537.6000	3.35	1,800.96	
02010300010005	COMBUSTIBLE	GLN	122.8850	9.47	1,163.72	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	GLN	168.0000	86.16	14,474.88	
0231010001	MADERA TORNILLO	P2	5,174.4168	5.50	28,459.29	
0204030028	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS PARA PUENTES	GLB	1.0000	2,500.00	2,500.00	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA Ø 1/2"	M3	921.6375	53.39	49,206.23	
0240020001	PINTURA ESMALTE	GLN	0.0056	81.81	0.46	
02671100040007	SEÑAL PREVENTIVA	und	1.0000	180.00	180.00	
02671100160002	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	2.0000	220.00	440.00	
02671100160007	SEÑALIZACION INFORMATIVA	und	2.0000	250.00	500.00	
02310500010009	TRIPLAY DE 18 mm	pln	80.6400	90.00	7,257.60	
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln	322.5600	98.00	31,610.88	
0213030003	YESO	BLS	0.0056	12.00	0.07	
					1,000,038.66	
EQUIPOS						
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	HM	64.5120	228.50	14,740.99	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	340.3696	386.74	131,634.54	
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	305.9696	343.94	105,235.18	
0301100007	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	HM	107.5200	41.35	4,445.95	
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA 70 HP	HM	64.5120	97.73	6,304.76	
0301000021	ESTACION TOTAL	HM	448.0000	17.50	7,840.00	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	HM	545.3017	12.46	6,794.46	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	HM	172.0320	260.67	44,843.58	
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	385.9430	180.91	69,820.95	
0301000020	NIVEL DE INGENIERIA	HM	448.0000	7.72	3,458.56	
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	HM	107.6544	219.82	23,664.59	
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	538.3823	166.97	89,893.69	
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	665.6294	222.10	147,836.29	
03012900010009	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	545.3029	5.93	3,233.65	
					659,747.19	
				Total	S/.	2,187,841.14

Relación de insumos de presupuesto de mantenimiento rutinario alternativa 1

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	004	MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 1				
Fecha	01/06/2023					
Lugar	250301	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		MANO DE OBRA				
0101010003	OPERARIO	HH	472.8220	26.15	12,364.30	
0101010005	PEON	HH	800.6110	18.60	14,891.36	
					27,255.66	
				Total	S/.	27,255.66

Relación de insumos de presupuesto de mantenimiento periódico alternativa 1

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	005	MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 1				
Fecha	01/06/2023					
Lugar	250301	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		MANO DE OBRA				
0101010003	OPERARIO	HH	858.0014	26.15	22,436.74	
0101010005	PEON	HH	932.4740	18.60	17,344.02	
					39,780.76	
		MATERIALES				
0270110325	PANEL FOTOVOLTAICO	M2	60.4800	1,369.65	82,836.43	
					82,836.43	
				Total	S/.	122,617.19

Relación de insumos de presupuesto de mantenimiento rutinario alternativa 2

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	006	MANTENIMIENTO RUTINARIO ALTERNATIVA 2				
Fecha	01/06/2023					
Lugar	250301	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0101010003	OPERARIO	HH	442.1268	26.15	11,561.62	
0101010005	PEON	HH	1,781.3422	18.60	33,132.96	
					44,694.58	
EQUIPOS						
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	6.4512	343.94	2,218.83	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	6.4512	386.74	2,494.94	
					4,713.77	
				Total	S/.	49,408.35

Relación de insumos de presupuesto de mantenimiento periódico alternativa 2

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201013	PROYECTO DE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL, CARRETERA SOLAR EN AVENIDA PRINCIPAL DE LA PROVINCIA PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI. 2022				
Subpresupuesto	007	MANTENIMIENTO PERIÓDICO ALTERNATIVA 2				
Fecha	01/06/2023					
Lugar	250301	UCAYALI - PADRE ABAD - PADRE ABAD				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0101010003	OPERARIO	HH	528.4446	26.15	13,818.83	
0101010005	PEON	HH	1,891.0299	18.60	35,173.16	
					48,991.99	
MATERIALES						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN	272.2005	13.33	3,628.43	
02070200010003	AFIRMADO	M3	63.5134	64.70	4,109.32	
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	GLN	3,538.6065	12.50	44,232.58	
0213020002	CAL HIDRATADA	KG	2,111.0661	1.27	2,681.05	
					54,651.38	
EQUIPOS						
0301100009	RODILLO LISO VIBRAT. AUTOP. 101-135HP 10-12T	HM	22.1995	222.10	4,930.51	
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA 70 HP	HM	9.6782	97.73	945.85	
0301160004	CARGADOR FRONTAL 200-250 HP	HM	3.2256	343.94	1,109.41	
0301170002	RETROEXCAVADORA	HM	9.6782	166.97	1,615.97	
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	6.0489	180.91	1,094.31	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	HM	3.2256	386.74	1,247.47	
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	HM	9.6782	228.50	2,211.47	
03013900020003	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP	HM	16.1506	219.82	3,550.22	
					16,705.21	
				Total	S/.	120,348.58