

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



**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ECONÓMICAS EN LA
UTILIZACIÓN DE CARPETAS ASFÁLTICAS EN
PROYECTOS VIALES**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

GIANCARLO BRINGAS LEVERATTO

Lima- Perú

2015

ÍNDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	03
LISTA DE CUADROS	05
LISTA DE FIGURAS	08
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	09
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	11
1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS VIALES	11
1.1.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla	11
1.1.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma	13
1.2. METODOLOGÍA	15
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE PROBLEMAS	21
2.1. DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS VIALES	21
2.1.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla	21
2.1.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma	27
2.2. DIÁGNOSTICO DE PROBLEMAS SOCIO-AMBIENTALES	32
2.3. APLICACIÓN DEL SOFTWARE HDM-III	34
2.3.1. FUNDAMENTO TEÓRICO DEL HDM-III	34
2.3.2. TRABAJO CON EL HDM-III	35
2.3.3. FASES DE SIMULACIÓN DEL HDM-III	36
CAPÍTULO III: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	38
3.1. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	38

3.1.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla	38
3.1.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma	41
3.2. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN	43
3.2.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla	44
3.2.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma	63
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1. CONCLUSIONES	83
4.2. RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	88

RESUMEN

El presente estudio de alternativas económicas en la utilización de carpetas asfálticas busca desarrollar una metodología eficiente para escoger entre diversas alternativas económicas en la construcción de carreteras en diversos escenarios del territorio nacional.

Se ha encontrado que es necesario desarrollar métodos adecuados para evaluar la viabilidad de los proyectos de carreteras a nivel nacional buscando, eficientemente, los beneficios que estos proyectos aporten a la población sin perjudicar el entorno que los rodea.

Para este estudio se analizan los casos siguientes:

1. Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad (aprobado 27/01/2011) y Estudio Definitivo de la Carretera Mala – Calango (aprobado 02/09/2011).
2. Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil (aprobado 18/08/2011) y Estudio Definitivo para la Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma (aprobado 26/12/2011).

Estos casos se analizan tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista socio-ambiental. Durante el proceso se realizaron diversos estudios de especialidades de ingeniería como trazo y topografía, geología, hidrología, suelos y pavimentos, tráfico, estructuras y señalización.

Para el estudio de tráfico se realiza un conteo en diversos puntos importantes de entrada, intermedios y de salida de la zona donde se va a realizar el proyecto. Este conteo se realiza en 7 días durante las 24 horas. Esto es para establecer la cantidad y tipo de vehículos que circulan por la vía, la frecuencia y las horas de mayor tráfico. Además, se realizan encuestas para determinar el origen y destino de los vehículos así como si son de uso particular, transporte de pasajeros o de carga. También se estima el peso de los vehículos y el efecto que éste tiene sobre la vía en estudio. Otros factores a considerar son la velocidad con la que los vehículos circulan por la vía y el tráfico peatonal.

Con respecto al impacto social, se analiza el nivel de desarrollo económico de la zona así como las necesidades básicas insatisfechas. Para esto se tiene en cuenta cuáles son las actividades económicas predominantes en la zona del

proyecto, la existencia de infraestructura eléctrica, sanitaria y de telecomunicaciones, así como servicios de seguridad, salud y educación.

Con respecto al impacto ambiental, se toman en cuenta los aspectos positivos y negativos que el desarrollo del proyecto tendrá sobre la población desde su inicio y hacia el futuro. Entre los aspectos negativos a considerar se encuentra la posible contaminación del aire, agua y suelo de la zona, la alteración de la flora y fauna, alteración del paisaje natural y usos de terrenos, la contaminación por ruido y riesgo a la salud de la población y de los trabajadores. Entre los aspectos positivos hay que tomar en cuenta que el proyecto dará trabajo a gente de la zona, incrementará el intercambio económico de la zona y se mejorarán las condiciones de tránsito vehicular, disminuyendo los tiempos de transporte.

En los estudios realizados se han considerado alternativas en situaciones "Sin Proyecto" y "Con Proyecto". La alternativa "Sin Proyecto" es utilizada para establecer un punto de comparación a las alternativas "Con Proyecto" de manera que se pueda determinar la rentabilidad.

La situación "Sin Proyecto" considera un mantenimiento optimizado y periódico. Es decir, limpieza periódica de la vía, mantenimiento de las obras de arte y drenaje, parchado superficial y profundo, mantenimiento de la señalización, etc., en recursos corrientes disponibles.

La situación "Con Proyecto" considera trabajos de construcción, a diferencia de la situación anterior que requieren recursos de inversión por asignar. Estos trabajos de construcción varían según las diversas alternativas consideradas en cuanto a materiales a utilizar para la construcción de la vía y las dimensiones requeridas para cada caso.

De todo esto, el principal resultado es escoger una alternativa de proyecto rentable, determinando la viabilidad o no del proyecto, teniendo en cuenta el beneficio económico por ahorro de costos y tiempo para la zona donde se va a realizar.

LISTA DE CUADROS	Página
Cuadro N° 1 : Vehículo Equivalente HDM	14
Cuadro N° 2 : Características Básicas por Tipo de Vehículo	14
Cuadro N° 3 : Características de Neumático por Tipo de Vehículo	17
Cuadro N° 4 : Explotación por Tipo de Vehículo	18
Cuadro N° 5 : Situación Actual ("Sin Proyecto") – Mala	22
Cuadro N° 6 : Alternativa 1 - Mejoramiento ("Con Proyecto") - Mala	23
Cuadro N° 7 : Alternativa 2 - Mejoramiento ("Con Proyecto") - Mala	23
Cuadro N° 8 : Alternativa 3 - Mejoramiento ("Con Proyecto") - Mala	24
Cuadro N° 9 : Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo	25
Estación E1: Mala - Calango	
Cuadro N° 10 : Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo	26
Estación E2: Calango – La Capilla	
Cuadro N° 11 : Tasas de Proyección de Tráfico Periodo 2010 – 2032	26
Cuadro N° 12 : Tráfico Total Mala – Calango – La Capilla	27
Cuadro N° 13 : Situación Actual ("Sin Proyecto")	28
Cuadro N° 14 : Rehabilitación ("Con Proyecto") Alternativas 1 y 2	29
Cuadro N° 15 : Rehabilitación ("Con Proyecto") Alternativas 3 y 4	30
Cuadro N° 16 : Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo	31
Estación: Desvío Las Vegas - Huasqui	
Cuadro N° 17 : Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo	31
Estación: Huasqui - Tarma	

LISTA DE CUADROS	Página
Cuadro N° 18 : Presupuesto Total Alternativa N°1 (CAC)	45
Cuadro N° 19 : Presupuesto Total Alternativa N°2 (TSB)	46
Cuadro N° 20 : Presupuesto Total Alternativa N°3 (Afirmado)	47
Cuadro N° 21 : Situación Actual Optimizada – Sub Tramo 1	48
Cuadro N° 22 : Situación Actual Optimizada – Sub Tramo 2	49
Cuadro N° 23 : Situación Actual Optimizada – Sub Tramo 3	50
Cuadro N° 24 : Costos Económicos de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 1 (En millones de US\$ a precios constantes)	51
Cuadro N° 25 : Costos Económicos de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 2 (En millones de US\$ a precios constantes)	52
Cuadro N° 26 : Costos Económicos de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 3 (En millones de US\$ a precios constantes)	53
Cuadro N° 27 : Costos de Vehículos por Tipo según Estructura	54
Cuadro N° 28 : Costos de Llantas por Tipo de Vehículo según Estructura	54
Cuadro N° 29 : Costo Promedio por Litro de Combustible	55
Cuadro N° 30 : Costo Promedio por Litro de Lubricante	55
Cuadro N° 31 : Costo de Mano de Obra de Mantenimiento	56
Cuadro N° 32 : Costo de Tripulación / Hora	56
Cuadro N° 33 : Costo / Hora de los Pasajeros (Según Tipo de Vehículo)	57
Cuadro N° 34 : Costo / Hora de los Pasajeros (Según Tiempo de Carga)	57
Cuadro N° 35 : Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla, Tramo I: Mala – km 5+200	58
Cuadro N° 36 : Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla, Tramo II: km 5+200 – Calango	59

LISTA DE CUADROS	Página
Cuadro N° 37 : Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla, Tramo III: km Calango – La Capilla	60
Cuadro N° 38 : Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla, Tramos I+II+III	61
Cuadro N° 39 : Resultados de la Evaluación	62
Cuadro N° 40 : Análisis de Sensibilidad	62
Cuadro N° 41 : Costos de Inversión – Sector I	64
Cuadro N° 42 : Costos de Inversión – Sector II	65
Cuadro N° 43 : Costos de Inversión – Sector III	66
Cuadro N° 44 : Costos de Inversión – Sector IV	67
Cuadro N° 45 : Costos de Inversión – Sector V	68
Cuadro N° 46 : Costos de Inversión – Sector VI	69
Cuadro N° 47 : Costos de Inversión – Sector VII	70
Cuadro N° 48 : Costos de Inversión – Alternativa 2	71
Cuadro N° 49 : Situación Actual Optimizada – Sector 1	72
Cuadro N° 50 : Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 1 (En millones de US\$ a precios constantes)	73
Cuadro N° 51 : Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 2 (En millones de US\$ a precios constantes)	74
Cuadro N° 52 : Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 3 (En millones de US\$ a precios constantes)	75
Cuadro N° 53 : Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” – Alternativa 4 (En millones de US\$ a precios constantes)	76

Cuadro N° 54 : Costos de Vehículos por Tipo según Estructura	77
Cuadro N° 55 : Costos de Llantas por Tipo de Vehículo según Estructura	77
Cuadro N° 56 : Costo Promedio por Litro de Combustible	78
Cuadro N° 57 : Costo Promedio por Litro de Combustible	78
Cuadro N° 58 : Costo de Mano de Obra de Mantenimiento	79
Cuadro N° 59 : Costo de Tripulación / Hora	79
Cuadro N° 60 : Costo / Hora de los Pasajeros (Según Tipo de Vehículo)	80
Cuadro N° 61 : Costo / Hora de los Pasajeros (Según Tiempo de Carga)	80
Cuadro N° 62 : Flujo de Beneficios – Alternativa 2	81
Cuadro N° 63 : Resultados de la Evaluación	82
Cuadro N° 64 : Análisis de Sensibilidad	82

LISTA DE FIGURAS	Página
Figura N° 1: Inicio de la Carretera Mala - Calango - La Capilla	11
Figura N° 2: Fin de la Carretera Mala - Calango - La Capilla	12
Figura N° 3: Inicio de la Carretera Desvió Las Vegas – Tarma	13
Figura N° 4: Fin de la Carretera Desvió Las Vegas – Tarma	14
Figura N° 5: Índice Internacional de Rugosidad	21

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

- °C : Grados Centígrados
- B/C : Ratio Beneficio Costo
- CAC : Carpeta Asfáltica en Caliente
- cm : Centímetros
- HDM : Highway Design and Maintenance (Mantenimiento y Diseño de Carreteras)
- IMD : Índice Medio Diario
- IRI : Índice Internacional de Rugosidad
- km : Kilómetros
- km/h : Kilómetros/ Hora
- m : Metros
- mm : Milímetros
- msnm : Metros Sobre el Nivel del Mar
- PACRI: Plan de Compensación y Reasentamiento Voluntario.
- S/. : Nuevos Soles (Unidad Monetaria de Perú)
- TIR : Tasa Interna de Retorno
- TSB : Tratamiento Superficial Bicapa
- US\$: Dólares (Unidad Monetaria de Estados Unidos de Norteamérica)
- VAN : Valor Actual Neto

INTRODUCCIÓN

El interés por analizar las diversas alternativas que se presentan para la utilización de carpetas asfálticas en los diferentes proyectos viales del territorio nacional, nace de la necesidad de investigar e implementar las mejores opciones para la construcción de las vías de transporte terrestre; teniendo en cuenta las condiciones geográficas, el impacto ambiental y social en las zonas de influencia de los proyectos.

El objetivo del presente estudio es explicar la metodología y el proceso que se siguen en los estudios de proyectos viales, cómo se analizan los problemas que surgen a lo largo del proceso, cómo se proponen las diversas alternativas económicas de solución y cómo se escoge la alternativa más adecuada para la construcción de carreteras en diversos escenarios del territorio nacional.

Durante el proceso se toma en cuenta diversos factores que determinan la viabilidad o no del proyecto. Entre estos factores se encuentra la geografía y topografía de la zona en estudio, el clima, la altitud, así como los diversos factores socio-ambientales y las condiciones actuales en las que se encuentra la vía.

Luego, se analizan los problemas que nos plantea la situación actual y futura de la vía en estudio, tales como las características de la vía en estudio, el uso que se le dará a la vía, el tráfico de vehículos que circularán por la zona del proyecto, el impacto ambiental y social en la población, entre otros.

Finalmente, para plantear las alternativas de solución debemos tener en cuenta el beneficio económico para la zona donde se va a realizar el proyecto y si se justifica la inversión a realizar. Para esto se debe tener en cuenta los ahorros en costos de operación vehicular, en tiempos de viaje para los usuarios y en el mantenimiento de la vía a largo plazo.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

La construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de los proyectos de la Red Vial Nacional son ejecutados por el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional, PROVIAS NACIONAL, creado mediante Decreto Supremo N°033-2002-MTC del 12 de Julio del 2002; con el fin de brindar a los usuarios un medio de transporte eficiente y seguro, que contribuya a la integración económica y social del país.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS VIALES

1.1.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla

La carretera Mala – Calango – La Capilla – San Juan de Tantaranche, Tramo I: Mala – Calango – La Capilla forma parte de la Ruta Nacional PE-1SA, que inicia en el empalme PE-1S (IV a Mala) en Mala y tiene una longitud de 25.460 km. Se ubica en la Región Lima, Provincia de Cañete, cruzando los Distritos de Mala y Calango. El inicio del tramo I se ubica en el empalme con la antigua carretera Panamericana Sur, frente a la estación de bomberos de Mala y concluye en el poblado de La Capilla, en el empalme con la vía alterna que se dirige por la margen derecha del Río Mala.



Figura N° 1: Inicio de la Carretera Mala - Calango - La Capilla

Al inicio del trazo, se ha planteado un intercambio vial para garantizar un tránsito fluido y seguro. Luego, existe una trocha carrozable de 3.50m de ancho en promedio y 400m de longitud, la cual tiene, por el lado izquierdo, un canal de riego en tierra y, por el lado derecho, un alineamiento de postes de concreto de mediana tensión; la cual se ampliará reubicando y reemplazando el canal de riego existente por un canal revestido. A partir de ahí, el trazo atraviesa diversos terrenos agrícolas para evitar ingresar a la zona urbana de Mala, la cual posee un trazado muy sinuoso y con taludes de corte inestables. Desde el km 0+910, el trazo se desarrolla sobre la plataforma existente con un ancho variable de 5.00m a 8.00m, con pendientes suaves en una topografía llana y acompañado siempre de canales de riego, tanto en el talud superior como inferior hasta el centro poblado denominado San José del Monte. De ahí, se ha corregido el alineamiento existente hasta el centro poblado de Aymara, desde donde se ha determinado el ensanchamiento de la vía. En el km 15+700, donde se encuentra el centro poblado San Juan de Correviento, el trazo se aleja de la vía existente para evitar la sinuosidad y estrechamiento de la plataforma actual. En el km 18+900, en la localidad de Calango, el trazo se desarrolla por la plataforma actual hasta el km 19+600, donde se bordea la zona urbana hasta el km 20+800. Finalmente, se amplía la plataforma actual hasta la localidad de La Capilla.

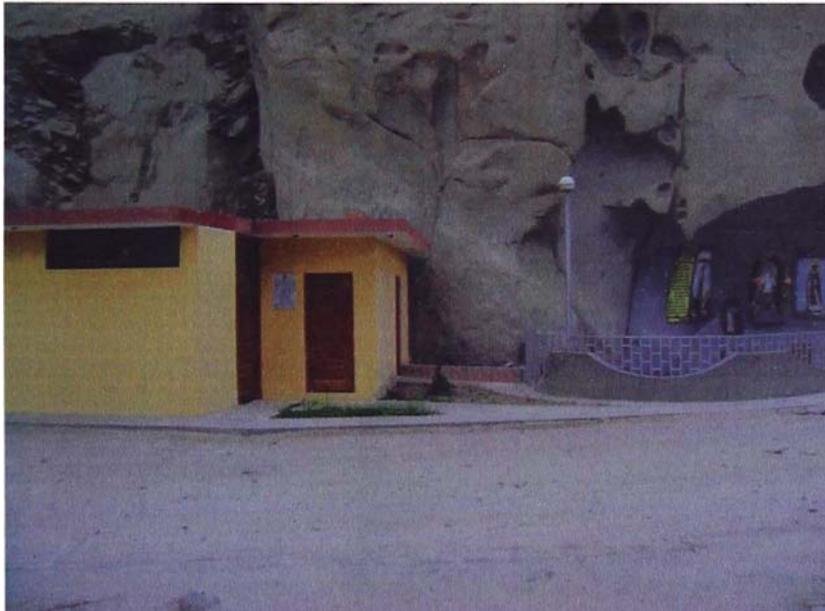


Figura N° 2: Fin de la Carretera Mala - Calango - La Capilla

La topografía de la zona se caracteriza por tener pendientes suaves en una superficie llana hasta el centro poblado San José del Monte. A partir de dicho centro poblado, la topografía se vuelve ondulada, accidentada y en algunos casos muy accidentada, a media ladera, con sectores críticos donde se tiene la erosión del río Mala en el talud inferior por un lado, y por el otro, la existencia de canales de riego en el talud superior, los cuales se desbordan debido a la obstrucción temporal con material que eventualmente cae del talud, lo cual perjudica la vía existente, erosionándola.

En el trazo del tramo de la carretera Mala - Calango – La Capilla, las altitudes varían desde 23 msnm hasta los 413 msnm. El clima en la zona del proyecto es seco y estable con un máximo de 30°C en el día y 14°C en la noche.

1.1.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas - Tarma

La carretera Desvío Las Vegas – Tarma forma parte de la ruta Nacional PE-22A, que inicia en el empalme con la Ruta Longitudinal de la Sierra PE-3N y tiene una longitud de 32.614 km. Se ubica en la Región Junín, Provincia de Tarma y Distrito de Tarma. El tramo inicia con cota 3173.5 msnm, continúa en ascenso sostenido por vía asfaltada en malas condiciones por una topografía ondulada hasta el centro poblado Cumbre en el km 6+700 con 4192 msnm, luego, empieza a descender por una topografía de característica accidentada hasta la zona urbana de la ciudad de Tarma.

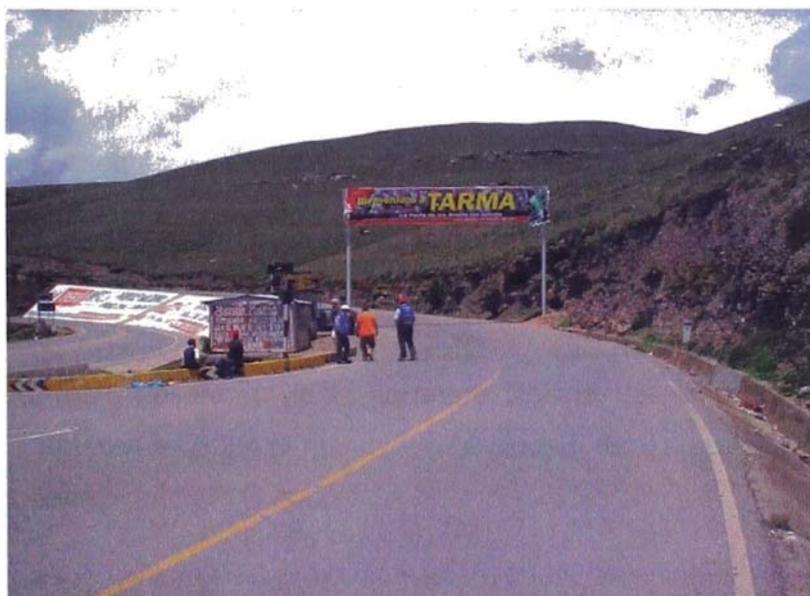


Figura N° 3: Inicio de la Carretera Desvío Las Vegas - Tarma

El ancho de la vía actual tiene 6.50m y 7.00m (incluyendo bermas) en promedio, existen viviendas en ambos lados de la vía así como también, terrenos de cultivo, postes de energía eléctrica de baja y mediana tensión, postes de alumbrado público y sistema de alcantarillado. A partir del km 24+000 al km 32+614.487, la carretera actual tiene un ancho de 6.50m a 7.50m, incluido la cuneta canal revestida, lo que presenta dificultades en el tránsito de los vehículos mayores, debido al reducido espacio disponible que se aprecia en este sector.



Figura N° 4: Fin de la Carretera Desvió Las Vegas - Tarma

La topografía de la zona posee un relieve muy accidentado atravesando las cordilleras Occidental y Central, donde se originan seis importantes cuencas hidrográficas. Además, la presencia de estas cordilleras da lugar a la formación de dos regiones naturales, con cumbres agrestes, altas mesetas, cañones estrechos, laderas con fuerte pendiente, profundos valles de gran longitud y bosques tropicales.

En el trazo del tramo de la carretera Desvío Las Vegas – Tarma, las altitudes varían desde 3054.5 msnm en la ciudad de Tarma hasta los 4192 msnm en el centro poblado Cumbre.

El clima en la zona del proyecto es semiárido, correspondiente a que la zona es templada, con un máximo de 17°C y un mínimo de 11°C.

1.2. METODOLOGÍA

Para establecer la viabilidad técnica de un proyecto, es necesario realizar una evaluación económica, la cual se efectúa con la finalidad de evaluar el nivel de intervención de la alternativa y el mantenimiento recomendado en términos de costos a la sociedad y posibilitar la ejecución del proyecto, lo que se define en razón a los beneficios estimados por ahorro de costos y tiempo frente al costo de las obras a realizar, los costos recurrentes de mantenimiento rutinario y las políticas de mantenimiento periódico a aplicar.

Para realizar la evaluación económica del proyecto, éste se divide en sub tramos, en razón a las características geométricas, velocidad de diseño y tráfico posibles de ser ponderados según los sectores seleccionados y los espesores de pavimentos; los cuales se analizan tanto desde el punto de vista técnico como desde el punto de vista socio-ambiental.

Para el estudio de tráfico se realiza un conteo en diversos puntos importantes de entrada, intermedios y de salida de la zona donde se va a realizar el proyecto. Este conteo se realiza en 7 días durante las 24 horas. Esto es para establecer la cantidad y tipo de vehículos que circulan por la vía, la frecuencia y las horas de mayor tráfico. Además, se realizan encuestas para determinar el origen y destino de los vehículos así como si son de uso particular, transporte de pasajeros o de carga. También se estima el peso de los vehículos y el efecto que éste tiene sobre la vía en estudio. Otros factores a considerar son la velocidad con la que los vehículos circulan por la vía y el tráfico peatonal.

Los vehículos típicos empleados en la evaluación económica son aquellos observados en las encuestas de origen y destino, cuyas marcas y modelos de uso más frecuentes se detallan en el estudio de tráfico. El cuadro N°1, especifica la equivalencia con el vehículo HDM.

Cuadro N° 1: Vehículo Equivalente HDM

TIPO DE VEHICULO OBSERVADO	VEHICULO HDM EQUIVALENTE
1 Automóvil	Auto
2 Camioneta Rural	Utilitario
3 Pick-up	Utilitario
4 Microbús	Utilitario
5 Bus	Bus
6 Camión 2E	Camión liviano
7 Camión 3E	Camión medio
8 Camión 4E	Camión pesado
9 Camión 2S2	Camión Articulado
10 Camión 2S3	Camión Articulado
11 Camión 3S3	Camión Articulado
12 Camión 2T2	Camión Articulado
13 Camión 3T2	Camión Articulado

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Los parámetros técnicos de los vehículos corresponden a los vehículos típicos observados en área del proyecto y deben ser alimentados necesariamente al HDM, los cuales han sido ajustados a las condiciones de uso de la carretera en proyecto. Los cuadros N°2, N°3 y N°4 muestran las características básicas de los vehículos, las características de los neumáticos y la explotación de los vehículos respectivamente.

Cuadro N° 2: Características Básicas por Tipo de Vehículo

CARACTERÍSTICAS BASICAS	Auto	Utilitario	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Peso Bruto Vehicular (t)	1.368	2.548	18.125	6.856	15.400	23.053	38.350
N. Ejes Equivalentes (E4)	0.000	0.000	4.197	0.164	2.251	8.028	14.079
Número de Ejes	2	2	2	2	2	3	5
Número de Neumáticos	4	4	6	6	6	10	18
Número Promedio de Pasajeros	4.00	12.00	42.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

El promedio de pasajeros por vehículo, en autos, camionetas rurales y en buses, se efectuó en base a información obtenida de las encuestas de origen y destino de tráfico, de acuerdo al índice de ocupabilidad de los vehículos de pasajeros; en el caso de automóviles son 4 pasajeros promedio por vehículo, para vehículos del tipo utilitario es de 12 ocupantes por vehículo y para los buses de 42.

Cuadro N° 3: Características de Neumático por Tipo de Vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	MEDIDA DE LLANTAS	N° DE LLANTAS
AUTO	600 – 14"	4
	TOTAL	4
UTILITARIO	600 – 14" Y 15"	4
	TOTAL	4
BUS	900 X 20 - 14"	6
	TOTAL	6
CAMION LIVIANO	900 X 20 - 14"	4
	TOTAL	4
CAMION MEDIO		
Delantera	900 X 20 14"	2
Posterior	1200 X 20 16"	4
	TOTAL	6
CAMION PESADO		
Delantera	1000 X 20 14"	2
Posterior	1200 X 20 16"	8
	TOTAL	14
CAMION ARTICULADO		
Delantera	1100 X 20	2
Posterior	1200 X 20	16
	TOTAL	18

Fuente: Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2010.

Para efectos de la modelación se ha utilizado una velocidad de operación promedio ponderada a partir de la velocidad directriz del vehículo de diseño C2 (Camión Simple de Dos Ejes).

Por consiguiente la explotación por tipo de vehículo en términos de horas conducidas por año es obtenida a partir del producto de horas promedio conducidas por día y el número de días promedio de conducción por año. Estos datos se respaldan de acuerdo a observaciones reales de campo y son usados como valores típicos razonables. En cuanto a los kilómetros conducidos por año, corresponden al producto de horas conducidas por año y la velocidad promedio de operación establecida para cada tipo de vehículo.

Cuadro N° 4: Explotación por Tipo de Vehículo

EXPLOTACIÓN DEL VEHICULO	Auto	Utilitario	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Vida Útil (años)	10.0	8.0	10.0	8.0	10.0	10.0	10.0
Horas Conducidas por Año	480	960	2496	1,440	2,400	2,400	2,400
KM Conducidos por Año	25,000	47,500	120,000	60,000	90,000	100,000	100,000
Código de Depreciación	2	2	2	2	2	2	2
Código de Utilización	1	3	3	3	3	3	3
Tasa de Interés Anual (%)	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00

Fuente: Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Con respecto al impacto social, se analiza el nivel de desarrollo económico de la zona así como las necesidades básicas insatisfechas. Para esto se tiene en cuenta cuáles son las actividades económicas predominantes en la zona del proyecto, la existencia de infraestructura eléctrica, sanitaria y de telecomunicaciones, así como servicios de seguridad, salud y educación.

Con respecto al impacto ambiental, se toman en cuenta los aspectos positivos y negativos que el desarrollo del proyecto tendrá sobre la población desde su inicio y hacia el futuro. Entre los aspectos negativos a considerar se encuentra la posible contaminación del aire, agua y suelo de la zona, la alteración de la flora y fauna, alteración del paisaje natural y usos de terrenos, la contaminación por ruido y riesgo a la salud de la población y de los trabajadores. Entre los aspectos positivos hay que tomar en cuenta que el proyecto dará trabajo a gente de la zona, incrementará el intercambio económico de la zona y se mejorarán las condiciones de tránsito vehicular, disminuyendo los tiempos de transporte.

Entonces, se realizan los siguientes pasos para proceder a la evaluación económica:

- Determinar las características técnicas de los tramos de la carretera en estudio, para su situación “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”.
- Establecer las características técnicas de los vehículos que utilizan la carretera en estudio.
- Recopilar y analizar la información del comportamiento del tráfico, en la situación “Sin Proyecto” o tráfico normal, y para la situación “Con

Proyecto” incluyendo el tráfico generado y el tráfico desviado que sea factible.

- Definir las políticas de rehabilitación y mantenimiento para la condición “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”; teniendo en cuenta que, en la condición “Sin Proyecto”, se consideran tratamientos mínimos o limitados para su conservación, de acuerdo a las actividades que se desarrollan sobre ella en la actualidad con los recursos corrientes disponibles y para evitar sobredimensionar los resultados.
- Determinar los costos de operación de los vehículos que utilizan los tramos en estudio en términos de características del vehículo, tipo de llantas, utilización del vehículo; considerando, además, el costo de sus insumos de acuerdo a los requerimientos del programa de simulación.

También hay que tener en cuenta que se trabaja a precios de eficiencia o económicos, para los cuales los precios de mercado o financieros se convierten a precios económicos. Y como el análisis se efectúa mediante el enfoque del excedente social o excedente del consumidor, para establecer los costos y beneficios se toman en cuenta los costos de inversión, los ahorros en costos de operación vehicular y mantenimiento de infraestructuras, el ahorro de tiempo de viaje de los usuarios y la calidad de los servicios.

Entonces, para el desarrollo del proyecto vial, se consideran los costos de inversión y los costos de mantenimiento, de acuerdo a los presupuestos analizados para el tramo.

Respecto a los costos de mantenimiento, se considerarán los costos de mantenimiento periódico y rutinario a través de la aplicación del Modelo HDM-III (Versión 95) del Banco Mundial (Modelo de Análisis de Inversiones Viales o Highway Design and Maintenance Standards Model) que permite simular el proceso de deterioro de la carretera, considerando diferentes opciones de actividades viales; los cuales están basados en las Normas de Conservación de Carreteras del MTC vigentes. Las proyecciones que efectúa el modelo permitirán obtener los costos de los usuarios en la vía para dos situaciones, “Sin Proyecto” (escenario hipotético en que no se hace ningún mejoramiento o rehabilitación) y “Con Proyecto”, de cuya comparación se logran los beneficios que sustentarán la viabilidad del proyecto, al ser comparados con la inversión y sus respectivos costos de mantenimiento.

Por otro lado, los costos de conservación y de operación de los vehículos serán determinados en base a las cantidades físicas, calculadas endógenamente y a los precios unitarios especificados y discriminados en costos financieros y costos económicos. Es conveniente distinguir entre el instrumento de cálculo constituido por el modelo y la metodología de análisis del proyecto. El modelo HDM-III es un aplicativo informático que está diseñado para apoyar el desarrollo de la metodología de análisis, facilitando los cálculos y simulaciones necesarias.

La simulación se realiza mediante cinco sub-modelos:

- El Sub Modelo de Tráfico
- El Sub Modelo de Construcción
- El Sub Modelo de Deterioro y Mantenimiento
- El Sub Modelo de Costos de Operación Vehicular.
- El Sub Modelo de Costos y Beneficios Exógenos.

Finalmente, los indicadores de rentabilidad social obtenidos de la evaluación económica del proyecto son la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y el Ratio Beneficio Costo (B/C), los cuales nos dirán si el proyecto es capaz de devolver la inversión con los beneficios esperados.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE PROBLEMAS

2.1. DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS VIALES

2.1.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla

El problema principal de la carretera es que no se encuentra asfaltada, por lo que el tránsito es lento y los vehículos que circulan por ella sufren daños. Las alternativas para solucionar el problema consisten en mejorar la superficie de rodadura. Para el caso del proyecto de mejoramiento de la carretera se consideran dos sub tramos definidos por el tráfico que soportan, Sub tramo: Mala – Calango y Sub Tramo: Calango – La Capilla; sin embargo para el análisis de evaluación, el primero de estos sub tramos a su vez fueron divididos en dos los siguientes sub tramos homogéneos:

- Sub Tramo I-1: Mala – km 5+200
- Sub Tramo I-2: km 5+200 – Calango
- Sub Tramo I-3: Calango – La Capilla

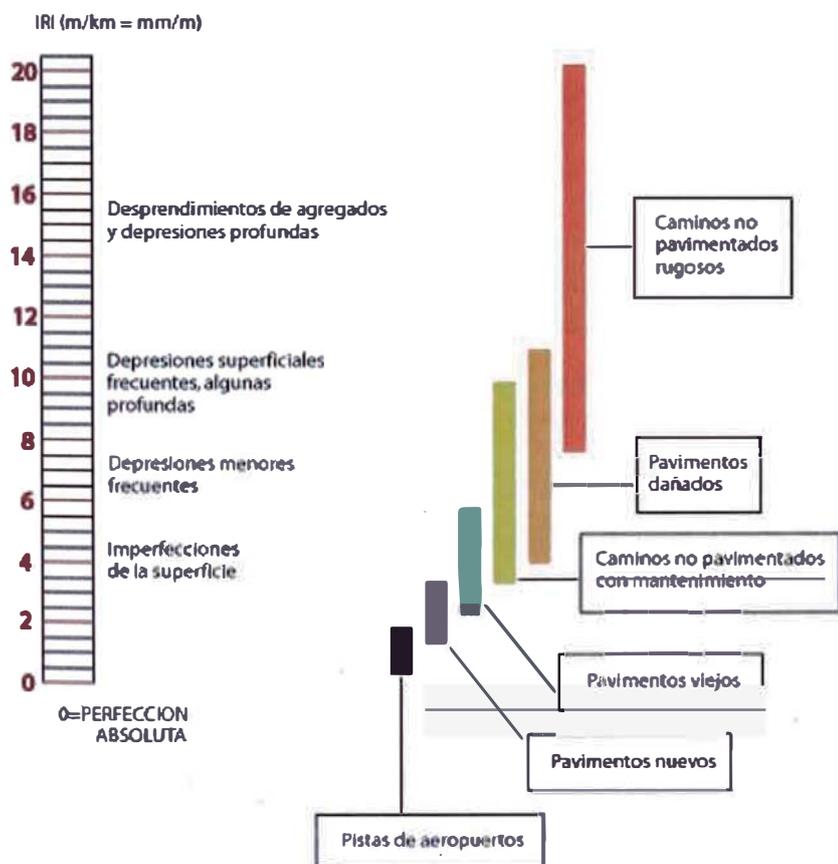


Figura N° 5: Índice Internacional de Rugosidad según el Banco Mundial

Las características geométricas y estructurales para la situación actual o “Sin Proyecto” se presentan en el cuadro N°5:

Cuadro N° 5: Situación Actual (“Sin Proyecto”) – Mala

Sub Tramo:	I-1: Mala – km 5+200	I-2: km 5+200 – Calango	I-3: Calango – La Capilla
Características de la Carretera	No Pavimentada	No Pavimentada	No Pavimentada
Longitud (km)	5.200	14.540	5.755
Ancho de la Calzada (m)	6.00	5.00	4.00
Ancho de una Berma (m)	-	-	-
Subida más Bajada (m/km)	-	-	-
Curvatura (grados/km)	24.36	195.08	176.65
Altitud (m)	51.06	186.50	359.63
Precipitación (mm/mes)	-	-	-
ESTADO			
Espesor de la Grava (mm)	150	150	100
Edad de la Grava (años)	3	3	3
Rugosidad (IRI) (m/km)	14	14	14
SUPERFICIE			
Tamaño de la Partícula Máxima (mm)	50	50	50
Índice de Plasticidad (%)	4.19	5.77	5.10
Material que pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	80.02	49.78	49.88
Material que pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	70.41	39.21	37.77
Material que pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	43.51	23.11	20.40
BASE / SUBRASANTE			
Tamaño de la Partícula Máxima (mm)	100	100	100
Índice de Plasticidad (%)	4.19	5.77	5.10
Material que pasa Tamiz de 2.000 mm (%)	80.02	49.78	49.88
Material que pasa Tamiz de 0.425 mm (%)	70.41	39.21	37.77
Material que pasa Tamiz de 0.075 mm (%)	43.51	23.11	20.40

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Lo más saltante es el índice internacional de rugosidad, el cual nos indica el mal estado en que se encuentra la carretera. El mejoramiento de la carretera consiste en arreglar las condiciones en que se encuentra la superficie de rodadura para optimizar la transitabilidad. Las características técnicas de la vía para las diversas alternativas se presentan en los cuadros N°6, N°7 y N°8, las cuales se mantendrán para el horizonte del proyecto.

Cuadro N° 6: Alternativa 1 - Mejoramiento (“Con Proyecto”) - Mala

Sub Tramo:	I-1: Mala – km 5+200	I-2: km 5+200 – Calango	I-3: Calango – La Capilla
Características de la Carretera	No Pavimentada	No Pavimentada	No Pavimentada
Longitud (km)	5.200	14.540	5.755
Ancho de la Calzada (m)	6.60	6.00	6.00
Ancho de una Berma (m)	0.90	0.50	0.50
Subida más Bajada (m/km)	11.34	22.14	34.88
Curvatura (grados/km)	23.20	185.79	168.24
Altitud (m)	51.06	186.50	359.63
Precipitación (mm/mes)	-	-	-
ESTADO			
Rugosidad (IRI) (m/km)	2.00	2.00	2.00
SUPERFICIE			
Tipo de Superficie	CAC	CAC	CAC
Espesor Nuevas Capas (mm)	75	75	50
BASE / SUBRASANTE			
Tipo de Base	Granular	Granular	Granular
Espesor capa de Base (m)	0.30	0.30	0.30
RESISTENCIA			
N° Estructural	2.93	2.93	2.50

Cuadro N° 7: Alternativa 2 - Mejoramiento (“Con Proyecto”) – Mala

Sub Tramo:	I-1: Mala – km 5+200	I-2: km 5+200 – Calango	I-3: Calango – La Capilla
Características de la Carretera	No Pavimentada	No Pavimentada	No Pavimentada
Longitud (km)	5.200	14.540	5.755
Ancho de la Calzada (m)	6.60	6.00	6.00
Ancho de una Berma (m)	0.90	0.50	0.50
Subida más Bajada (m/km)	11.34	22.14	34.88
Curvatura (grados/km)	23.20	185.79	168.24
Altitud (m)	51.06	186.50	359.63
Precipitación (mm/mes)	-	-	-
ESTADO			
Rugosidad (IRI) (m/km)	2.50	2.50	2.50
SUPERFICIE			
Tipo de Superficie	TSB	TSB	TSB
Espesor Nuevas Capas (mm)	25	25	25
BASE / SUBRASANTE			
Tipo de Base	Granular	Granular	Granular
Espesor capa de Base (m)	0.30	0.30	0.30
RESISTENCIA			
N° Estructural	2.68	2.68	2.68

Cuadro N° 8: Alternativa 3 - Mejoramiento (“Con Proyecto”) – Mala

Sub Tramo:	I-1: Mala – km 5+200	I-2: km 5+200 – Calango	I-3: Calango – La Capilla
Características de la Carretera	No Pavimentada	No Pavimentada	No Pavimentada
Longitud (km)	5.200	14.540	5.755
Ancho de la Calzada (m)	6.60	6.00	6.00
Ancho de una Berma (m)	0.90	0.50	0.50
Subida más Bajada (m/km)	11.34	22.14	34.88
Curvatura (grados/km)	23.20	185.79	168.24
Altitud (m)	51.06	186.50	359.63
Precipitación (mm/mes)	-	-	-
ESTADO			
Rugosidad (IRI) (m/km)	8.00	8.00	8.00
SUPERFICIE			
Tipo de Superficie	AFIRMADO	AFIRMADO	AFIRMADO
Espesor Nuevas Capas (mm)	250	250	250
BASE / SUBRASANTE			
Tipo de Base	-	-	-
Espesor capa de Base (m)	-	-	-
RESISTENCIA			
N° Estructural	-	-	-

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

El Tramo de la Carretera Mala – Calango – La Capilla, según el Estudio de Trazo ha optado por utilizar las velocidades directrices de 30 y 40 km/h, siendo el valor ponderado promedio para el tramo de 33 km/h.

La información referida al estudio de tráfico, considera como año base el año de inicio de las obras: 2010 y el año 2012, como año de puesta en operación de la carretera. De acuerdo al estudio de tráfico, se considera tráfico generado y se concluye que no se desarrollará tráfico desviado. Por lo tanto, se estima que la tasa de crecimiento para la proyección del tráfico es uniforme para la situación “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”.

El tráfico generado, el cual aparece debido a la mejora de la carretera, se desarrollará una vez que se ponga en servicio la vía durante un período de 1 a 2 años y se estima que sea el 15% del Índice Medio Diario; lo que significa el incremento acelerado de tráfico existente durante este período, para luego mantenerse e incrementarse progresivamente, de acuerdo a la tasa de crecimiento obtenida para el tramo.

El tráfico inducido es aquel tráfico que se produce como consecuencia del mejoramiento vial y las nuevas facilidades para el desarrollo de pequeñas empresas en las poblaciones interconectadas, debido al menor costo que puede hacer competitiva la operación de nuevas aéreas productivas; por lo que se halla incluido como estrategia de progreso prevista en el Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Cañete 2008-2021. Se considera como tráfico inducido el 5% del Índice Medio Diario. Este tráfico se manifestaría en el año 2014.

En los cuadros N°9 y N°10, se encuentran los datos recopilados, según la metodología mencionada anteriormente, por el estudio de tráfico en la situación actual de cada sub tramo.

Cuadro N° 9: Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo

Estación E1: Mala - Calango

Tipo de Vehículo	CALANGO - MALA	MALA - CALANGO	Ambos	%
Auto	8	9	17	6%
Camioneta	68	63	131	44%
C.R.	34	29	63	21%
Micro	15	11	26	9%
Ómnibus 2 Ejes	0	0	0	0%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	30	25	55	18%
Camión 3 Ejes	4	4	8	3%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitrailers	0	0	0	0%
Trailers	0	0	0	0%
TOTAL	159	141	300	100%
% sentido	53%	47%	100%	

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 10: Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo

Estación E2: Calango – La Capilla

Tipo de Vehículo	LA CAPILLA - CALANGO	CALANGO - LA CAPILLA	Ambos	%
Auto	4	4	8	5%
Camioneta	21	19	40	27%
C.R.	27	25	52	35%
Micro	9	11	20	14%
Ómnibus 2	1	0	1	1%
Ómnibus +2	0	0	0	0%
Camión 2 Ejes	13	13	26	18%
Camión 3 Ejes	0	0	0	0%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0%
Semitrailers	0	0	0	0%
Trailers	0	0	0	0%
TOTAL	75	72	147	100%
% sentido	51%	49%	100%	

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2010.

En el cuadro N°11, se encuentran las tasas de proyección durante 20 años una vez puesta en servicio la vía, acorde con el periodo de tiempo para el cual se ha diseñado el proyecto.

Cuadro N°11: Tasas de Proyección de Tráfico Periodo 2010 - 2032

Tramo	PERIODO	V. Ligeros	C.R. +Micro	Ómnibus	Camión 2-3-4 Ejes	Acoplado
Mala-Calango-La Capilla	2010-2032	4.1%	4.1%	4.3%	4.3%	4.3%

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2010.

En el cuadro N°12, se encuentra el tráfico total estimado por cada sub tramo.

Cuadro N°12: Tráfico Total Mala – Calango – La Capilla

Tipo de Vehículo	E1 Mala - Calango			E2 Calango – La Capilla			% Asignado	
	Normal	Generado	Inducido	Normal	Generado	Inducido	Generado 2012	Inducido 2014
Auto	17	3	1	8	1	0	15%	5%
Camioneta	131	19	6	40	6	2	15%	5%
C.R.	63	9	3	52	8	3	15%	5%
Micro	26	4	1	20	3	1	15%	5%
Ómnibus 2	0	0	0	1	0	0	15%	5%
Ómnibus +2	0	0	0	0	0	0	15%	5%
Camión 2 Ejes	55	8	3	26	4	1	15%	5%
Camión 3 Ejes	8	1	0	0	0	0	15%	5%
Camión 4 Ejes	0	0	0	0	0	0	15%	5%
Semi-trailers	0	1	1	0	1	1	15%	5%
Trailers	0	0	0	0	0	0	15%	5%
TOTAL	300	45	15	147	23	8		

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

2.1.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas - Tarma

El problema principal de esta carretera es que el asfalto se encuentra en mal estado, por lo que el tránsito es a una velocidad mucho menor que la del diseño original y los vehículos que circulan por ella sufren daños al caer en baches o por circular en una superficie irregular. Las alternativas para solucionar el problema consisten en mejorar la superficie de rodadura. Para el caso del proyecto de rehabilitación se consideran dos sub tramos definidos por el tráfico que soportan, Sub tramo: Desvío Las Vegas – Huasqui y Sub Tramo: Huasqui – Tarma; pero para el análisis de evaluación, estos sub tramos a su vez fueron divididos en los siguientes sub tramos homogéneos:

- Sub Tramo I-1: Desvío Las Vegas – km 6+500
- Sub Tramo I-2: km 6+500 – km 14+000
- Sub Tramo I-3: km 14+000 – km 18+000
- Sub Tramo I-4: km 18+000 – km 20+000

- Sub Tramo I-5: km 20+000 – km 24+000 (Huasqui)
- Sub Tramo I-6: km 24+000 – km 29+000
- Sub Tramo I-7: km 29+000 – km 32+614 (Tarma)

Las características geométricas y estructurales para la situación actual o “Sin Proyecto” se presentan en el cuadro N°13.

Cuadro N° 13: Situación Actual (“Sin Proyecto”)

SUB TRAMOS	I - 1	I - 2	I - 3	I - 4	I - 5	I - 6	I - 7
	Dv. Vegas – km 6+500	km 6+500 – km 14+000	km 14+000– km 18+000	km 18+000– km 20+000	km 20+000– km 24+000	km 24+000– km 29+000	km 29+000– km 32+514
CARACTERÍSTICAS	Pavimentada						
Longitud (km)	6.50	7.5	4.0	2.0	4.0	5.0	3.51
Ancho de la Calzada (m)	7.8	6.8	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Ancho de Berma (m)	0	0	0	0	0	0	0
Subida más Bajada (m/km)	33.15	43.25	49.75	47.50	47.75	37.60	40.78
Curvatura (grados/km)	44.3	250.4	155,5	265.2	231.8	225.1	363.10
Altitud (m)	4083	4032	3772	3625	3482	3292	3126
Precipitación (mm/mes)	0.0871	0.0871	0.0871	0.0871	0.0871	0.0871	0.0549
TIPO DE SUPERFICIE	Carpeta Asfáltica						
Espesor capas nuevas (mm)	6	6	6	6	6	6	6
Tipo de Base	Granular						
CBR subrasante (%)	16	28	17	30	16	8	15
SN número estructural	1.87	2.96	2.44	2.03	1.98	2.96	2.32
Deflexión Viga Benkelman (mm)	0.75	0.49	0.38	0.56	0.62	0.42	0.38
Rugosidad (IRI) (m/km)	7.25	7.00	3.34	9.67	8.15	7.25	8.25
Grietas (%)	43	50	28	28	78	32	43
Grietas anchas (%)	32	28	10	22	41	28	31
Baches (%)	8	8	1	8	21	11	20
Peladuras (%)	5	2	2	2	2	2	2
Roderas (mm)	5	2	2	2	2	2	2
Desv. Est. Roderas (mm)	1	1	1	1	1	1	1
Edad capa superficial (años)	16	16	16	16	16	16	16
Edad Construcción (años)	16	16	16	16	16	16	16

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2011.

Del cuadro anterior, se observa que el índice internacional de rugosidad varía entre 7 y 10 a lo largo de todo el tramo de la carretera, lo cual indica un pavimento dañado según la figura N°5. Entonces, la rehabilitación de la carretera consiste en arreglar las condiciones en que se encuentra la superficie de rodadura para optimizar la transitabilidad. Las características técnicas de la vía se presentan en los cuadros N°14 y N°15, las cuales se mantendrán para el horizonte del proyecto.

Cuadro N° 14: Rehabilitación (“Con Proyecto”) Alternativas 1 y 2

SUB TRAMOS	I - 1	I - 2	I - 3	I - 4	I - 5	I - 6	I - 7
	Dv. Vegas – km 6+500	km 6+500 – km 14+000	km 14+000– km 18+000	km 18+000– km 20+000	km 20+000– km 24+000	km 24+000– km 29+000	km 29+000– km 32+514
CONSTRUCCIÓN	Carpeta Asfáltica en Caliente						
Duración (años)	1	1	1	1	1	1	1
Flujo Anual de Costos: (Construcción En Año 1)	100	100	100	100	100	100	100
GEOMETRÍA							
Clase de Carretera	Pavimentada						
Longitudes (km)	6.5	7.5	4	2	4	5	3.614
Ancho de la Calzada (m)	7.8	6.8	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Ancho de bermas (m)	0	0	0	0	0	0	0
Número Efectivo de Carriles	2	2	2	2	2	2	2
Subida más Bajada (m/km)	33.15	43.25	49.75	47.5	47.75	37.6	40.78
Curvatura (grados/km)	44.3	250.4	155.5	265.2	231.8	225.1	363.10
Peralte (%)	5	5	5	5	5	5	5
SUPERFICIE							
Tipo de Superficie	Carpeta Asfáltica en Caliente						
Espesor de Capas Nuevas (mm)	100	100	100	100	100	100	100
Espesor de Capas Viejas (mm)	-	-	-	-	-	-	-
BASE/SUBRASANTE							
Tipo de Base	Granular						
CBR de la Subrasante (%)	16	28	17	30	16	8	15
RESISTENCIA							
Número Estructural	3.84	3.32	3.84	3.32	3.84	4.36	3.84
Deflexión Viga Benkelman (mm)	-	-	-	-	-	-	-
ESTADO							
Rugosidad (IRI)	2	2	2	2	2	2	2
Defecto de Construcción :	Ninguno						

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 15: Rehabilitación (“Con Proyecto”) Alternativas 3 y 4

SUB TRAMOS	I - 1	I - 2	I - 3	I - 4	I - 5	I - 6	I - 7
	Dv. Vegas – km 6+500	km 6+500 – km 14+000	km 14+000– km 18+000	km 18+000– km 20+000	km 20+000– km 24+000	km 24+000– km 29+000	km 29+000– km 32+514
CONSTRUCCIÓN	Carpetas Asfálticas en Caliente						
Duración de la Construcción (años)	1	1	1	1	1	1	1
Flujo Anual de Costos: (Construcción En Año 1)	100	100	100	100	100	100	100
GEOMETRÍA							
Clase de Carretera	Pavimentada						
Longitudes (km)	6.5	7.5	4.0	2.0	4.0	5.0	3.614
Ancho de la Calzada (m)	7.8	6.8	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Ancho de bermas (m)	0	0	0	0	0	0	0
Número Efectivo de Carriles	2	2	2	2	2	2	2
Subida mas Bajada (m/km)	33.15	43.25	49.75	47.50	47.75	37.60	40.78
Curvatura (grados/km)	44.3	250.4	155.5	265.2	231.8	225.1	363.10
Peralte (%)	5	5	5	5	5	5	5
SUPERFICIE							
Tipo de Superficie	Carpetas Asfálticas en Caliente						
Espesor de Capas Nuevas (mm)	75	75	75	75	75	75	75
Espesor de Capas Viejas (mm)	-	-	-	-	-	-	-
BASE/SUBRASANTE							
Tipo de Base	Granular						
CBR de la Subrasante (%)	16	28	17	30	16	8	15
RESISTENCIA							
Número Estructural	4.0	3.40	4.0	3.40	4.0	4.4	4.0
Deflexión Viga Benkelman (mm)	-	-	-	-	-	-	-
ESTADO							
Rugosidad (IRI)	2	2	2	2	2	2	2
Defecto de Construcción :	Ninguno						

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

El Tramo I, según el Estudio de Trazo ha optado por utilizar las velocidades directrices de 40 y 50 km/h, el valor ponderado promedio para el tramo es de 43 km/h.

La información referida al estudio de tráfico, considera como año base el año de inicio de las obras: 2010 y el año 2011, como año de puesta en operación

de la carretera. De acuerdo al estudio de tráfico, se estima que la tasa de crecimiento para la proyección del tráfico es uniforme para la situación “Sin Proyecto” y “Con Proyecto”.

En los cuadros N°16 y N°17, las columnas correspondientes a los vehículos utilitarios reúnen a las camionetas rurales, camionetas pick-up y a los microbuses. Las tasas de crecimiento son las obtenidas en la parte de proyecciones del Estudio de Tránsito y Carga por Eje.

Cuadro N° 16: Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo
Estación: Desvío Las Vegas - Huasqui

TRAFICO	Auto	Utilitario	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario – 2010	756	80	122	344	84	20	79
Tráfico Medio Diario – 2011	779	83	127	359	88	21	82
Tasa de Crecimiento Anual (%)	3.0	3.7	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 17: Índice Medio Diario por Tipo de Vehículo
Estación: Huasqui - Tarma

TRAFICO	Auto	Utilitario	Bus	Camión Ligero	Camión Medio	Camión Pesado	Camión Articulado
Tráfico Medio Diario – 2010	841	83	122	351	84	20	79
Tráfico Medio Diario – 2011	866	86	127	366	58	21	82
Tasa de Crecimiento Anual (%)	3.0	3.7	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

2.2. DIAGNÓSTICO DE PROBLEMAS SOCIO-AMBIENTALES

En la etapa pre-constructiva, se ha identificado que los trabajos de desbroce de vegetación y remoción de suelos, y la construcción e implementación de las instalaciones auxiliares, tendrán un impacto entre moderado y muy fuerte. Sin embargo, también se percibirían impactos positivos, sobre la población circundante al proyecto, como son la captación de mano de obra y un mayor dinamismo comercial en la zona que repercutiría positivamente sobre los ingresos del área de influencia.

En la etapa constructiva, se han identificado los siguientes trabajos:

- Operación de las maquinarias móviles y el transporte dentro de la obra.
- Operación del campamento, patio de máquinas y planta de asfalto.
- Explotación de canteras y disposición de material excedente.
- Retiro de la carpeta asfáltica existente y preparación de la plataforma.
- Colocación de la sub base, base y nueva carpeta asfáltica.
- Rehabilitación de las obras de arte.
- Restauración y revegetación de las instalaciones auxiliares.

Estos trabajos afectarán los componentes ambientales en el medio físico tales como la calidad del aire, la calidad del agua y la calidad del suelo; en el medio biológico, a la flora, la fauna y el hábitat; y en el medio social-económico, al actual uso de los terrenos, el uso del agua, la salud de la población, la seguridad, el empleo, la economía y el transporte. También estas actividades tendrán aspectos positivos como generación de ingresos en los negocios locales y trabajo para la población en las zonas aledañas.

En la etapa post-constructiva, se han identificado los siguientes trabajos:

- Mantenimiento y funcionamiento de la vía.

Estos trabajos afectarán el tránsito de vehículos por la zona y a la población local.

Los principales impactos ambientales negativos identificados son los siguientes:

- Generación de material particulado y gases.
- Generación de ruido y vibraciones.
- Contaminación de aguas.
- Contaminación de suelos.
- Erosión o retiro de suelos.
- Reducción de cobertura vegetal.
- Alteración del hábitat "efecto barrera".
- Afectación de la fauna, cambios en el uso actual de tierras y de los recursos hídricos.
- Percepción de polvo y ruido en las poblaciones aledañas a las instalaciones auxiliares.
- Incremento de los riesgos de tránsito y accidentes laborales.
- Interrupción del tránsito vehicular, peatonal y de animales.
- Afectación de propiedades (urbanas o agrícolas).
- Ocurrencia de accidentes a trabajadores y pobladores locales.
- Afecciones a la salud de los pobladores y trabajadores.

Los principales impactos ambientales positivos identificados son los siguientes:

- Generación de empleos (contratación de mano de obra local).
- Dinamización de la economía local (incremento de comercio, uso de servicios locales, otros).
- Mejora de las condiciones del transporte.

Como medidas de mitigación, se propondrán acciones que tengan como finalidad evitar o disminuir los efectos negativos del proyecto en todas las etapas. Estas deberán incluir acciones que eviten ejecutar obras con efectos negativos importantes sobre la población o la zona de influencia de la obra. También se deberán tomar acciones que reduzcan el impacto negativo, reduciendo la duración de la obra o limitando su radio de acción.

Como medidas de reparación, se propondrán acciones que restauren las condiciones del medio ambiente al punto en que estaban antes de resultar afectadas por el impacto de la obra.

Como medidas de compensación, se propondrán acciones que se opongan a los efectos negativos causados por la obra, reemplazando los elementos afectados por otros iguales o similares en calidad y/o características.

Como medidas de prevención de riesgos ante desastres naturales y/o accidentes, se tomarán acciones de acuerdo a las evaluaciones de riesgos realizadas por los especialistas, instruyendo al personal de obra que tomen las medidas necesarias ante un eventual peligro.

2.3. APLICACIÓN DEL SOFTWARE HDM-III

2.3.1. FUNDAMENTO TEÓRICO DEL HDM-III

El HDM-III es un modelo que simula las condiciones del ciclo total de duración y costos de una carretera o una red vial, pavimentada o no pavimentada, para una serie de alternativas de construcción y mantenimiento; para la cual, provee de criterios de evaluación económica para el análisis de las alternativas propuestas.

Teniendo en cuenta la situación de los proyectos viales analizados, se deben estimar los beneficios con respecto a los costos de las carreteras a construir y el mantenimiento constante de las mismas. Este análisis costo-beneficio se hará teniendo en cuenta la metodología de evaluación económica de inversiones y conservación vial dada por la División de Transportes del Banco Mundial, la cual utiliza el software: "Highways Design and Maintenance Standards Model" (HDM-III).

El HDM-III utiliza, para el caso de una carretera dada, tres grupos interactuantes de costos relacionados a la construcción, mantenimiento y operación vehicular. Estos grupos se juntan simultáneamente con respecto al tiempo en valores presentes descontados, los cuales representan cuanto valdrá una cantidad de dinero futura en el presente. Los costos serán determinados prediciendo las cantidades físicas de recursos consumidos y, luego, multiplicando estas por los precios o costos unitarios. Finalmente, los beneficios

económicos son determinados por la comparación del costo total de cada alternativa propuesta con respecto a la alternativa cero.

El HDM-III estima la condición de la carretera y los recursos usados para su mantenimiento, año a año, también como las velocidades y el consumo de recursos físicos de los vehículos. Después de estimadas las cantidades físicas involucradas en mantenimiento y operación de los vehículos, se aplican los precios especificados por el usuario y los costos unitarios para determinar los costos de mantenimiento y los costos de operación de los vehículos. Los costos de construcción para cada opción de diseño son directamente especificados por el usuario; y luego, los beneficios relativos son calculados para las diferentes estrategias planteadas.

El HDM-III está diseñado para hacer estimados comparativos de costos y evaluaciones económicas de diferentes opciones de construcción y mantenimiento, incluyendo estrategias en diferentes escalas de tiempo, para un proyecto de una carretera dada o para un grupo de carreteras de toda una red vial. Estima el costo total para una serie de estrategias (alternativas de diseño y mantenimiento) año por año, descontando los costos a futuro a una tasa propuesta, de manera que el usuario puede buscar la alternativa con el menor costo total descontado. El usuario obtiene la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN) y la relación beneficio-costos (B/C).

Otra utilidad del HDM-III es poder hallar opciones de diseño y mantenimiento que minimicen los costos de transporte descontado o maximicen el valor neto presente de la red vial bajo restricciones de presupuesto. Además, el HDM-III puede analizar la sensibilidad de los resultados de cambios en los supuestos que involucren costos y beneficios de los usuarios.

2.3.2. TRABAJO CON EL HDM-III

Para utilizar el HDM-III, se debe dividir la carretera en tramos y sub tramos, según el criterio de la persona encargada de hacer la evaluación. Luego, se ingresa la información correspondiente a las características de la carpeta de rodadura, las condiciones de tránsito y los estándares de conservación.

Después, se elige entre el análisis de estrategias, el análisis de programa o el análisis de proyecto. Aquí es donde se elige la alternativa base y los

diferentes tramos a evaluar. Los resultados que genera el programa son tablas con indicadores de eficiencia económica, programas de trabajo para varios años y planes de desarrollo y conservación para el mantenimiento de la carretera.

Finalmente, la persona encargada de la evaluación compara resultados y elige la alternativa deseada según su criterio y los niveles de operación consultados, ya sean técnicos, gerenciales o administrativos.

2.3.3. FASES DE SIMULACIÓN DEL HDM-III

Para cada año del periodo de análisis, se desarrolla una secuencia de sub modelos que se relacionan con las alternativas de construcción y mantenimiento desarrolladas.

Sub Modelo de Tráfico

Este sub modelo calcula el tráfico generado para cada tramo en el año, recopila datos y computa el flujo por vehículo en cada año y cada tramo de la red. Se define para iniciar en un año dado, el tiempo estimado de flujo de tráfico normal; mientras el tráfico generado está a una escala relativa y se puede iniciar en años diferentes para alternativas diferentes. También se computa el número de ejes de vehículos y el número de ejes simples equivalentes que van por la carretera cada año, los cuales sirven para determinar el deterioro de la superficie de la vía.

Sub Modelo de Construcción

Este sub modelo comienza la construcción de la carretera en base al tráfico del año calendario, computa el costo para la construcción y las características de cambio de la vía. Se tiene que elaborar un programa básico de proyectos en construcción y varias alternativas de construcción, de manera que, un proyecto pueda ser programado en un año específico o pueda iniciarse para el volumen de tráfico alcanzado en un nivel específico. Se procesa la calidad de trabajo y materiales requeridos en cada año, y puede determinar el financiamiento económico y costo de cambios imprevistos.

Sub Modelo de Deterioro y Mantenimiento

Este sub modelo pronostica el deterioro de la carretera y cuantifica los costos de los trabajos de mantenimiento, en términos de la condición del pavimento existente, estándares de mantenimiento, cargas de tráfico y condiciones ambientales. Esto es importante para examinar cómo afecta el diseño y las políticas de mantenimiento a la carreta en forma conjunta con el costo de operación vehicular para establecer el costo total.

Sub Modelo de Costos de Operación Vehicular

Este sub modelo pronostica los costos de operación en términos de geometría y condiciones de tipo de superficie. Procesa los costos de financiamiento de los usuarios de la vía por cada año. Se calculan las cantidades de recursos consumidos, y tiempos perdidos por el tránsito, para luego multiplicarlos por los costos unitarios, obteniéndose costos de operación vehicular y costos de viaje. El sub modelo computa la velocidad de operación para cada tipo de vehículo por cada año de cada alternativa. También se calculan las diferencias en el tiempo de carga y en el tiempo gastado por los viajeros en tránsito para llegar a sus respectivos destinos, para añadir estos costos de tiempos en el análisis al comparar las alternativas.

Sub Modelo de Beneficios y Costos Exógenos

Este sub modelo establece en cada año, costos y beneficios exógenos, los cuales pueden añadirse en el sub modelo cuantificando los beneficios por ahorros en la reducción de accidentes, riesgos y emergencias; ahorros en pérdidas en el transporte de productos perecibles entre otros, así como la implementación de beneficios por el desarrollo del área de estudio involucrada cuantificados como excedencias de producción. También es posible añadir los costos anuales invertidos por el gobierno para atender accidentes, fenómenos ambientales y otros eventos imprevistos para hacer la evaluación económica más acertada.

CAPÍTULO III: ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.1. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

3.1.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla

Según el estudio de pavimento, se han considerado tres alternativas de solución para realizar el mejoramiento para la situación "Con Proyecto". En cuanto al mantenimiento, las políticas han sido delineadas para cada alternativa considerando actividades de carácter rutinario y periódico programadas. Se considera, además, una primera estrategia con mantenimiento optimizado o estrategia base de comparación (Alternativa 0), establecida para la situación "Sin Proyecto".

Alternativa 0 (Sin Proyecto): Mantenimiento optimizado de la vía, perfilado cada 365 días y bacheo al 100%.

Esta es la alternativa base de comparación, constituye la alternativa "Sin Proyecto", mediante su comparación con las otras alternativas "Con Proyecto" se establece la rentabilidad del proyecto.

Consiste en dotar de un mantenimiento optimizado a la vía existente, el cual está compuesto por actividades rutinarias como el perfilado cada año, la limpieza de vegetación, el mantenimiento de obras de arte y señales, así como actividades periódicas tales como el sellado y parchado de manera superficial y/o profunda.

Alternativa 1 – Sub Tramo I-1 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica en caliente (CAC), calzada de 6.60m y berma de 0.90m, con carpeta asfáltica de 7.5cm, base de 15cm y sub base de 15cm. Mantenimiento rutinario anual durante el horizonte del proyecto, bacheo del 100% de la superficie cuando se requiera y sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20%. Refuerzo de 25mm al décimo año.

Contempla la construcción de una superficie de rodadura con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica de 7.5cm de espesor, base y sub base granular de 15cm cada una.

Alternativa 1 – Sub Tramo I-2 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica en caliente (CAC), calzada de 6.00m y berma de 0.50m, con carpeta asfáltica de 7.5cm, base de 15cm y sub base de 15cm. Mantenimiento rutinario anual durante el horizonte del proyecto, bacheo del 100% de la superficie cuando se requiera y sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20%. Refuerzo de 25mm al décimo año.

Contempla la construcción de una superficie de rodadura con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica de 7.5cm de espesor, base y sub base granular de 15cm cada una.

Alternativa 1 – Sub Tramo I-3 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica en caliente (CAC), calzada de 6.00m y berma de 0.50m, con carpeta asfáltica de 5cm, base de 15cm y sub base de 15cm. Mantenimiento rutinario anual durante el horizonte del proyecto, bacheo del 100% de la superficie cuando se requiera y sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20%. Refuerzo de 25mm al décimo año.

Contempla la construcción de una superficie de rodadura con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica de 5.0cm de espesor, base y sub base granular de 15cm cada una.

El mantenimiento para los tres sectores en el caso de la **Alternativa 1**, ha sido delineado adoptando actividades programadas y correctivas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando éstos baches se produzcan y un sello de 12mm de espesor cada cinco años y refuerzo al décimo año.

Alternativa 2 – Sub Tramo I-1 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de tratamiento superficial bicapa (TSB) de 2.5cm de espesor, calzada de 6.60m y berma de 0.90m, base de 25cm y sub base de 27.5cm. Mantenimiento rutinario anual durante el horizonte del proyecto, bacheo del 100% de la superficie cuando se requiera y sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20%. Refuerzo de 75mm al décimo año.

Contempla un tratamiento superficial que consiste en dos capas de agregado sobre las cuales se aplicará cemento asfáltico, en un espesor de 2.5cm para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una base de 25cm y sub base granular de 27.5cm.

Alternativa 2 – Sub Tramo I-2 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de tratamiento superficial bicapa (TSB) de 2.5cm de espesor, calzada de 6.60m y berma de 0.90m, base de 25cm y sub base de 25cm. Mantenimiento rutinario anual durante el horizonte del proyecto, bacheo del 100% de la superficie cuando se requiera y sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20%. Refuerzo de 90mm al décimo año.

Contempla un tratamiento superficial que consiste en dos capas de agregado sobre las cuales se aplicará cemento asfáltico, en un espesor de 2.5cm para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una base de 25cm y sub base granular de 25cm.

Alternativa 2 – Sub Tramo I-3 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de tratamiento superficial bicapa (TSB) de 2.5cm de espesor, calzada de 6.60m y berma de 0.90m, base de 22.5cm y sub base de 25cm. Mantenimiento rutinario anual durante el horizonte del proyecto, bacheo del 100% de la superficie cuando se requiera y sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20%. Refuerzo de 75mm al décimo año.

Contempla un tratamiento superficial que consiste en dos capas de agregado sobre las cuales se aplicará cemento asfáltico, en un espesor de 2.5cm para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una base de 22.5cm y sub base granular de 25cm.

El mantenimiento para los tres sectores en el caso de la **Alternativa 2**, ha sido delineado adoptando actividades correctivas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y bacheo al 100% de la superficie cuando se requiera, sellado de 12mm de espesor cuando el área dañada llegue al 20% y un refuerzo de 50mm cuando el índice internacional de rugosidad (IRI) sea >4.

Alternativa 3 – Sub Tramos I-1, I-2 y I-3 (Con Proyecto): Mejoramiento a nivel de afirmado de 25cm de espesor y calzada de 6.0m. Mantenimiento rutinario, perfilado cada 365 días, bacheo al 100% y reposición de grava de 50mm cuando el espesor sea menor a 6cm.

Este tratamiento consiste en la colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la superficie sobre la cual se apoyará.

El mantenimiento para los tres sectores en el caso de la **Alternativa 3**, ha sido delineado adoptando actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto, bacheo al 100% y reposición de grava cuando el espesor sea menor a 6cm.

3.1.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas - Tarma

Según el Estudio de Pavimento se han considerado cuatro alternativas de construcción para la situación "Con Proyecto".

En cuanto al mantenimiento, las políticas han sido delineadas para cada alternativa considerando actividades de carácter rutinario y periódico programadas. Se considera además una primera estrategia con mantenimiento optimizado o estrategia base de comparación (Alternativa 0), establecida para la situación "Sin Proyecto".

En cada caso se considera adicionalmente los costos y beneficios exógenos como una política más al modelo.

Alternativa 0 (Sin Proyecto):

Esta es la alternativa base de comparación, constituye la alternativa "Sin Proyecto", mediante su comparación con las otras alternativas "Con Proyecto" se establece la rentabilidad del proyecto.

Consiste en dotar a la vía existente de un mantenimiento optimizado, el cual está compuesto por actividades rutinarias como el mantenimiento del drenaje, limpieza de vegetación en las bermas, mantenimiento de obras de arte y señales; así mismo, se incluyen actividades periódicas como el sellado y

parchado de manera superficial y/o profunda. En esta alternativa no se aplicará ninguna estrategia de construcción.

Alternativa 1 (Con Proyecto):

Contempla la construcción de una estructura de pavimento con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica de 100mm de espesor, una base y subbase granular de espesor entre 150mm y 250mm.

El mantenimiento ha sido delineado adoptando actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando estos se produzcan y un sellado de 12mm de espesor cada cinco años. Al décimo año se deberá colocar un refuerzo de CAC de entre 40mm y 50mm de espesor promedio.

Alternativa 2 (Con Proyecto):

Contempla la construcción de una estructura de pavimento con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica de 100mm de espesor, una base y sub base granular de espesor entre 150mm y 250mm

El mantenimiento ha sido delineado adoptando actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando estos se produzcan y un sellado de 12mm de espesor cuando el área sea dañada en un 20%. Cuando el índice internacional de rugosidad (IRI) sea > 4 se deberá colocar un refuerzo de CAC de entre 40mm y 50mm de espesor promedio.

Alternativa 3 (Con Proyecto):

Contempla la construcción de una estructura de pavimento con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica

modificada con polímeros de 75mm de espesor y una base granular entre 250mm y 350mm de espesor respectivamente, previa colocación de geomallas.

El mantenimiento ha sido delineado adoptando actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando estos se produzcan y un sellado de 12mm de espesor cada cinco años. Al décimo año se deberá colocar un refuerzo de CAC de entre 40mm y 50mm de espesor promedio.

Alternativa 4 (Con Proyecto):

Contempla la construcción de una estructura de pavimento con carpeta asfáltica para 10 años y un refuerzo al décimo año para cubrir los 20 años de vida útil del proyecto. La estructura está compuesta por una carpeta asfáltica modificada con polímeros de 75mm de espesor y una base granular entre 250mm y 350mm de espesor respectivamente, previa colocación de geomallas.

El mantenimiento ha sido delineado adoptando actividades programadas, las cuales consisten en la implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando estos se produzcan y un sellado de 12mm de espesor cuando el área sea dañada en un 20%. Cuando el índice internacional de rugosidad (IRI) sea > 4 se deberá colocar un refuerzo de CAC de entre 40mm y 50mm de espesor promedio.

3.2. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para la selección de la alternativa más adecuada para cada proyecto, se realizó la evaluación económica donde se consideraron como beneficios, las economías en costos de mantenimiento de la carretera, en costos de operación vehicular y en la reducción de tiempo de viaje.

Para obtener los beneficios del proyecto, se comparan los flujos de costos de la situación "Sin Proyecto" con los flujos de costos de la situación "Con Proyecto" (costos de mantenimiento, de operación vehicular y tiempo de viaje de los usuarios), luego se restan los costos de la inversión y de esa diferencia se

obtiene el flujo de beneficios netos que permitirá conocer el grado de rentabilidad del proyecto, medido mediante los indicadores Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Relación Beneficio / Costo (B/C). Este procedimiento se emplea para cada alternativa a evaluar.

Para medir el grado de riesgo de la inversión se efectuaron algunos análisis de sensibilidad que midan hasta qué punto es rentable el proyecto al variar los precios de algunos rubros críticos del proyecto, así como de aquellos que se aprovechan en el mercado. Variaciones que permitan, aun así mantener beneficios por encima de la tasa social de descuento establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas considerada para estos proyectos (11%) y que presente rendimientos positivos.

3.2.1. Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla

El cálculo de los costos de inversión y mantenimiento se presentan a precios sociales, para los que se utilizarán los siguientes factores de corrección: 0.79 para costos de inversión y 0.75 para costos de mantenimiento, según lo establece la Directiva General del Sistema de Inversión Pública. Para el cálculo del presupuesto de obra se utilizarán precios unitarios por partidas y sub partidas calculadas específicamente para el proyecto y sustentadas por metrados.

Para la conversión de costos financieros a económicos, se dedujeron los impuestos correspondientes (IGV y derechos arancelarios, según correspondan), separándose como en el caso de los costos de inversión del proyecto, en mano de obra calificada, mano de obra no calificada, maquinaria y equipo importado, maquinaria y equipo nacional. Los precios en Nuevos Soles, se convirtieron a dólares al cambio de 2.85 Nuevos Soles/1 US\$ (Año 2010).

En los cuadros N°18, N°19 y N°20 se presentan respectivamente los costos del proyecto para las 3 alternativas de inversión propuestas.

Cuadro N° 18: Presupuesto Total Alternativa N°1 (CAC)

Item Alterno	Descripción	Parcial (S/.)
100	OBRAS PRELIMINARES	1,371,451.69
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,668,950.55
300	SUB BASE Y BASE	3,110,426.12
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	6,332,544.63
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	6,614,789.98
700	TRANSPORTE	4,199,180.88
800	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	948,739.49
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	2,648,246.19
1000	PUNTES	4,839,696.33
COSTO DIRECTO		33,734,025.86
GASTOS GENERALES (22.52%)		7,596,235.59
UTILIDAD (10%)		3,373,402.59
SUB-TOTAL		44,703,664.04
I.G.V (19%)		8,493,696.17
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		53,197,360.21
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		2,127,894.41
<i>ESTUDIO DEFINITIVO</i>		<i>626,690.19</i>
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		797,960.40
<i>PACRI (AFECTACIONES) S/.</i>		<i>11,862,343.16</i>
<i>PACRI (INTERFERENCIAS) S/.</i>		<i>295,803.52</i>
PRESUPUESTO TOTAL S/.		68,908,051.89
LONG. TRAMO (km)		25.49
COSTO FINANCIERO POR km (US\$)		948,539.18
COSTO ECONÓMICO km (US\$)		749,345.96

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 19: Presupuesto Total Alternativa N°2 (TSB)

Item Alterno	Descripción	Parcial (S/.)
100	OBRAS PRELIMINARES	1,306,141.37
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,761,289.64
300	SUB BASE Y BASE	5,245,365.45
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	2,667,286.37
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	6,614,789.98
700	TRANSPORTE	4,420,786.06
800	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	951,345.69
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	2,663,651.11
1000	PUNTES	4,839,696.33
COSTO DIRECTO		32,470,352.00
GASTOS GENERALES (22.42%)		7,279,610.27
UTILIDAD (10%)		3,247,035.20
SUB-TOTAL		42,996,997.47
I.G.V (19%)		8,169,429.52
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		51,166,426.99
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		2,046,657.08
<i>ESTUDIO DEFINITIVO</i>		<i>626,690.19</i>
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		767,496.40
<i>PACRI (AFECTACIONES) S/.</i>		<i>11,862,343.16</i>
<i>PACRI (INTERFERENCIAS) S/.</i>		<i>295,803.52</i>
PRESUPUESTO TOTAL S/.		66,765,417.34
LONG. TRAMO (km)		25.49
COSTO FINANCIERO POR km (US\$)		919,045.20
COSTO ECONÓMICO km (US\$)		726,045.71

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 20: Presupuesto Total Alternativa N°3 (Afirmado)

Ítem Alternativo	Descripción	Parcial (S/.)
100	OBRAS PRELIMINARES	1,232,710.28
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,668,950.55
300	SUB BASE Y BASE	2,014,067.98
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	0.00
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	6,614,789.98
700	TRANSPORTE	3,580,984.91
800	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	951,345.69
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	2,648,246.19
1000	PUENTES	4,839,696.33
COSTO DIRECTO		25,550,791.91
GASTOS GENERALES (22.54%)		5,759,186.88
UTILIDAD (10%)		2,555,079.19
SUB-TOTAL		33,865,057.98
I.G.V (19%)		6,434,361.02
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		40,299,419.00
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		1,611,976.76
<i>ESTUDIO DEFINITIVO</i>		<i>626,690.19</i>
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		604,491.29
<i>PACRI (AFECTACIONES) S/.</i>		<i>11,862,343.16</i>
<i>PACRI (INTERFERENCIAS) S/.</i>		<i>295,803.52</i>
PRESUPUESTO TOTAL S/.		55,300,723.91
LONG. TRAMO (km)		25.49
COSTO FINANCIERO POR km (US\$)		761,230.40
COSTO ECONÓMICO km (US\$)		601,372.01

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

El cálculo de los costos de mantenimiento se efectúa cubriendo diferentes políticas de mantenimiento, combinando actividades de carácter rutinario y periódico de acuerdo a la alternativa propuesta. Se definieron dos políticas de mantenimiento para la situación "Con Proyecto" y una para la situación "Sin Proyecto", de acuerdo a la metodología establecida para el uso del HDM III.

Las alternativas o políticas diseñadas con estas operaciones y combinadas con las políticas de construcción permiten definir un escenario para la simulación de alternativas de mejoramiento y conservación vial que comparadas con la situación actual, permiten establecer la alternativa óptima para la inversión en el tramo.

Los costos en la situación “Sin Proyecto” están dados por las actividades desarrolladas para efectuar el mantenimiento y preservar el tráfico vehicular existente, sobre la base de una adecuada transitabilidad y seguridad vial y que está comprendido por la actividad de mantenimiento optimizado. En los cuadros N°21, N°22 y N°23 presentamos los costos de mantenimiento para el caso “Sin Proyecto” de los tres sub tramos en estudio:

Cuadro N° 21: Situación Actual Optimizada – Sub Tramo 1

CASO SIN PROYECTO BASE OPTIMIZADA							
N°	AÑO	TMD	OPER	IRI	COSTO ECONÓMICO USUARIO	COSTO ECONÓMICO AGENCIA	COSTO ECONÓMICO TOTAL
1	2011	300		17.0	0.02	0.67	0.69
2	2012	312		18.2	0.02	0.73	0.75
3	2013	325	RESÚ	18.3	0.06	0.76	0.82
4	2014	339		14.6	0.02	0.69	0.71
5	2015	353		15.6	0.02	0.75	0.77
6	2016	367		17.2	0.02	0.83	0.85
7	2017	383		18.5	0.02	0.9	0.92
8	2018	399		18.5	0.02	0.94	0.96
9	2019	415	RESU	18.5	0.06	0.98	1.04
10	2020	432		14.8	0.02	0.89	0.91
11	2021	450		16.1	0.02	0.97	1.00
12	2022	469		18.6	0.02	1.11	1.13
13	2023	489		18.6	0.02	1.16	1.18
14	2024	509		18.6	0.02	1.21	1.23
15	2025	530	RESU	18.6	0.06	1.26	1.32
16	2026	552		14.9	0.02	1.14	1.16
17	2027	575		18.6	0.02	1.36	1.39
18	2028	599		18.6	0.02	1.42	1.44
19	2029	624		18.5	0.02	1.48	1.50
20	2030	650		18.5	0.02	1.54	1.56

PROMEDIO

Total al 0.00%	0.56	20.78	21.34
Total al 11.00%	0.25	7.94	8.19

RESU: Mantenimiento – resellado único de 12 mm cada 5 años.

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 22: Situación Actual Optimizada – Sub Tramo 2

CASO SIN PROYECTO BASE OPTIMIZADA							
N°	AÑO	TMD	OPER	IRI	COSTO ECONÓMICO USUARIO	COSTO ECONÓMICO AGENCIA	COSTO ECONÓMICO TOTAL
1	2011	300		18.7	0.06	2.01	2.07
2	2012	312		20.6	0.06	2.24	2.30
3	2013	325	RESU	20.8	0.15	2.36	2.51
4	2014	339		15.2	0.06	2.00	2.06
5	2015	353		17.1	0.06	2.24	2.30
6	2016	367		19.3	0.06	2.53	2.59
7	2017	383		21.0	0.06	2.80	2.86
8	2018	399		21.1	0.06	2.92	2.98
9	2019	415	RESU	21.1	0.15	3.04	3.19
10	2020	432		15.4	0.06	2.59	2.65
11	2021	450		17.8	0.06	2.94	3.00
12	2022	469		21.1	0.06	3.45	3.51
13	2023	489		21.2	0.06	3.60	3.66
14	2024	509		21.2	0.06	3.75	3.81
15	2025	530	RESU	21.2	0.15	3.91	4.06
16	2026	552		15.7	0.06	3.34	3.40
17	2027	575		21.2	0.06	4.24	4.30
18	2028	599		21.2	0.06	4.42	4.48
19	2029	624		21.2	0.06	4.60	4.66
20	2030	650		21.1	0.06	4.79	4.85

PROMEDIO

Total al 0.00%	1.51	63.74	65.26
Total al 11.00%	0.68	24.25	24.93

RESU: Mantenimiento – resellado único de 12 mm cada 5 años.

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 23: Situación Actual Optimizada – Sub Tramo 3

N°	AÑO	TMD	CASO SIN PROYECTO BASE OPTIMIZADA				
			OPER	IRI	COSTO ECONÓMICO USUARIO	COSTO ECONÓMICO AGENCIA	COSTO ECONÓMICO TOTAL
1	2011	147		17.1	0.02	0.44	0.46
2	2012	153		18.6	0.02	0.47	0.5
3	2013	159	RESU	19.1	0.05	0.5	0.55
4	2014	166		14.5	0.02	0.46	0.48
5	2015	173		14.9	0.02	0.48	0.51
6	2016	180		16.7	0.02	0.53	0.55
7	2017	187		18.4	0.02	0.58	0.60
8	2018	195		19.8	0.02	0.63	0.65
9	2019	203	RESU	19.9	0.05	0.65	0.71
10	2020	212		14.7	0.02	0.59	0.62
11	2021	221		15.6	0.02	0.63	0.65
12	2022	230		20.1	0.02	0.74	0.77
13	2023	239		20.2	0.02	0.78	0.80
14	2024	249		20.3	0.02	0.81	0.83
15	2025	260	RESU	20.3	0.05	0.85	0.90
16	2026	271		14.9	0.02	0.76	0.79
17	2027	282		16.2	0.02	0.82	0.85
18	2028	294		20.5	0.02	0.96	0.99
19	2029	306		20.6	0.02	1.00	1.03
20	2030	319		20.6	0.02	1.05	1.07

PROMEDIO

Total al 0.00%	0.56	13.73	14.29
Total al 11.00%	0.25	5.22	5.47

RESU: Mantenimiento – resellado único de 12 mm cada 5 años.

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Los costos de mantenimiento “Con Proyecto” está dado por las actividades a desarrollar como parte del mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico de la alternativa en análisis.

Los costos recurrentes o de mantenimiento rutinario y los costos capitales o de mantenimiento periódico los presentamos en los cuadros N°24, N°25 y N°26 para cada sector de la carretera en estudio.

**Cuadro N° 24: Costos Económicos de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 1 (En millones de US\$ a precios constantes)**

N°	COSTOS CAPITALES - SECTORES			COSTOS RECURRENTE - SECTORES			MANT. RUTIN.	MANT. PERIÓD.	MANT.
	1	2	3	1	2	3			
1	0.000	0.000	0.000	0.029	0.081	0.031	0.141	0.000	0.141
2	0.000	0.000	0.000	0.029	0.081	0.031	0.141	0.000	0.141
3	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
4	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
5	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
6	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
7	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
8	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
9	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
10	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
11	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
12	0.250	0.632	0.249	0.013	0.035	0.014	0.062	1.131	1.193
13	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
14	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
15	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
16	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
17	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
18	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
19	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
20	0.726	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.726	0.788

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

**Cuadro N° 25: Costos Económicos de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 2 (En millones de US\$ a precios constantes)**

N°	COSTOS CAPITALES - SECTORES			COSTOS RECURRENTE - SECTORES			MANT. RUTIN.	MANT. PERIÓD.	MANT.
	1	2	3	1	2	3			
1	0.000	0.000	0.000	0.029	0.081	0.031	0.141	0.000	0.141
2	0.000	0.000	0.000	0.029	0.081	0.031	0.141	0.000	0.141
3	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
4	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
5	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
6	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
7	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
8	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
9	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
10	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
11	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
12	0.499	1.644	0.506	0.013	0.035	0.014	0.062	2.649	2.711
13	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
14	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
15	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
16	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
17	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
18	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
19	0.000	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.000	0.062
20	0.947	0.000	0.000	0.013	0.035	0.014	0.062	0.947	1.009

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2010.

**Cuadro N° 26: Costos Económicos de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 3 (En millones de US\$ a precios constantes)**

N°	COSTOS CAPITALES – SUB TRAMOS			COSTOS RECURRENTES SUB TRAMOS			MANT. RUTIN	MANT. PERIÓD	MANT.
	1	2	3	1	2	3			
1	0.000	0.000	0.000	0.029	0.081	0.031	0.141	0.000	0.141
2	0.000	0.000	0.000	0.033	0.083	0.032	0.148	0.000	0.148
3	0.000	0.000	0.000	0.053	0.140	0.050	0.243	0.000	0.243
4	0.000	0.000	0.000	0.053	0.141	0.051	0.245	0.000	0.245
5	0.000	0.000	0.000	0.053	0.142	0.051	0.246	0.000	0.246
6	0.000	0.000	0.000	0.053	0.144	0.051	0.248	0.000	0.248
7	0.000	0.000	0.000	0.053	0.145	0.051	0.249	0.000	0.249
8	0.000	0.927	0.000	0.053	0.146	0.052	0.251	0.927	1.178
9	0.000	0.000	0.000	0.053	0.148	0.052	0.253	0.000	0.253
10	0.000	0.000	0.000	0.053	0.149	0.052	0.254	0.000	0.254
11	0.000	0.000	0.371	0.053	0.151	0.052	0.256	0.371	0.627
12	0.000	0.000	0.000	0.053	0.152	0.053	0.258	0.000	0.258
13	0.062	0.000	0.000	0.053	0.154	0.053	0.260	0.062	0.322
14	0.000	0.000	0.000	0.053	0.156	0.053	0.262	0.000	0.262
15	0.062	0.000	0.000	0.053	0.158	0.054	0.265	0.062	0.327
16	0.000	0.000	0.000	0.053	0.158	0.054	0.265	0.000	0.265
17	0.062	0.000	0.000	0.053	0.158	0.054	0.265	0.062	0.327
18	0.000	0.927	0.000	0.053	0.158	0.055	0.266	0.927	1.193
19	0.062	0.000	0.000	0.053	0.158	0.055	0.266	0.062	0.328
20	0.367	0.000	0.000	0.053	0.158	0.056	0.267	0.367	0.634

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Los costos de operación de los vehículos se han estimado usando la metodología del sub modelo Vehicle Operating Costs (VOC) del modelo HDM, a partir de los precios económicos correspondiente a los insumos como vehículos, llantas, combustibles, lubricantes, mantenimiento, etc.

Se toma también las consideraciones de las Normas Complementarias a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública R.D N° 002-2009-EF-68.01, en cuanto a los parámetros de evaluación (valor social del tiempo y precios social de combustibles). Así mismo se ha considerado las características técnicas de utilización y de operación de cada tipo de vehículo para los cálculos

de depreciación, interés y los costos de la tripulación. Se incluyen también los costos por demora en el transporte de carga.

**Cuadro N° 27: Costos de Vehículos por Tipo según Estructura – Año 2010
(En Dólares Americanos)**

ESPECIFICACIONES	AUTO	UTILITARIO	BUS
PRECIO DE MERCADO	20,034.95	32,339.84	174,915.00
PRECIO ECONÓMICO	11,855.00	19,136.00	103,500.00

ESPECIFICACIONES	CAMIÓN LIVIANO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	CAMIÓN ARTICULADO
PRECIO DE MERCADO	116,610.00	145,762.50	174,915.00	204,067.50
PRECIO ECONÓMICO	69,000.00	86,250.00	103,500.00	120,750.00

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 28: Costos de Llantas por Tipo de Vehículo según Estructura – Año 2010 (En Dólares Americanos)

ESPECIFICACIONES	AUTO	UTILITARIO	BUS	CAMIÓN LIVIANO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	CAMIÓN ARTICULADO
PRECIO DE MERCADO	69.19	118.03	507.09	205.17	507.09	640.84	640.84
PRECIO ECONÓMICO	37.40	63.80	274.10	110.90	274.10	346.40	346.40

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Los costos de los combustibles se muestran de acuerdo a las consideraciones establecidas por R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293, lo cuales fueron promediados según su participación en el mercado, para luego, establecer el costo por litro. El costo promedio unitario por litro es el resultado de considerar el consumo que tiene cada uno de los tipos de combustibles, según se indica en el cuadro N°29.

Cuadro N° 29: Costo Promedio por Litro de Combustible

COSTOS FINANCIEROS	GASOLINA		DIESEL
	84 Oct. US\$/Gal	90 Oct. US\$/Gal	US\$/Gal
PRECIO DE MERCADO	3.44	3.84	5.21
PRECIO ECONÓMICO	2.27	2.53	3.14
FACTOR	0.66	0.66	0.66
CONCEPTO	PARTICIPACION		
% De participación en el mercado	95%	5%	
GASOLINA			
Costo de Mercado (US\$/lt)	0.60	0.67	
Costo Económico (US\$/lt)	0.40	0.44	
DIESEL-2			
Costo de Mercado (US\$/lt)			0.91
Costo Económico (US\$/lt)			0.55

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Los costos de lubricantes se muestran de acuerdo al tipo de lubricante de uso frecuente, los cuales fueron promediados según su participación en el mercado, para luego, establecer el costo por US\$/litro. Esto se indica en el cuadro N°30.

**Cuadro N° 30: Costo Promedio por Litro de Lubricante
(En Dólares Americanos)**

CONCEPTOS	GTX Rimula (D29W-50) Ligero	Shell Multigrado 2050 Pesado	GTX Rimula (D29W-50) Ligero	Shell Multigrado 2050 Pesado
	US\$/Gal	US\$/Gal	US\$/Litro	US\$/Litro
Costo de Mercado (US\$/lt)	13.20	10.00	3.48	2.64
Costo Económico (US\$/lt)	11.48	7.71	3.03	2.66

Fuente: Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Los costos de la mano de obra en el transporte se obtuvieron de entrevistas llevadas a cabo con empresas transportistas de pasajeros y carga, y transportistas individuales, estableciéndose un monto básico por cada tipo de vehículo. Con relación al costo de la mano de obra de mantenimiento, los valores

que se presentan corresponden a costos obtenidos en talleres de mantenimiento tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados.

En general, en los costos de la mano de obra en el transporte, se considera que la remuneración a costos financieros constituye su respectivo costo de oportunidad, por lo que su costo económico es igual al costo financiero. En el cuadro N°31, se muestran por tipo de vehículo, los costos de mano de obra y en el cuadro N°32, los costos de la tripulación por hora.

Cuadro N° 31: Costo de Mano de Obra de Mantenimiento de Vehículos

TIPO DE VEHÍCULOS	MANO DE OBRA		
	S/. x HORA	S/. x HORA FINANCIERO	S/. x HORA ECONÓMICO
LIGEROS	11.47	3.95	2.07
PESADOS	13.24	4.56	2.39

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2010.

Cuadro N° 32: Costo de Tripulación / Hora

TIPO DE VEHÍCULOS	PERSONAL	CANTIDAD	HORAS DE TRABAJO	COSTO HORA S/	COSTO HORA US \$ FINANCIERO	COSTO HORA US \$ ECONOMICO
Auto		*	-	-	-	-
Utilitario	Piloto	1	176.00	3.27	1.13	0.80
	Ayudante	1				
Bus	Piloto	1	176.00	19.55	6.74	4.78
	Relevo					
	Ayudante	1				
Camión Liviano	Piloto	1	176.00	6.87	2.37	1.68
	Ayudante	1				
Camión Mediano	Piloto	1	176.00	8.79	3.03	2.15
	Relevo	1				
	Ayudante	1				
Camión Pesado	Piloto	1	176.00	9.45	3.26	2.31
	Relevo	1				
	Ayudante	1				
Camión Articulado	Piloto	1	176.00	9.45	3.26	2.31
	Relevo	1				
	Ayudante	1				

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, año 2010.

El costo de tiempo de viaje de los usuarios ha sido tomado como valor social del tiempo para usuarios de transporte publicados en la R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293, en la cual se establece el valor social del tiempo para cada modo de transporte. En los cuadros N°33 y N°34, se muestran los costos hora de los pasajeros, según tipo de vehículo y tiempo de carga respectivamente.

**Cuadro N° 33: Costo / Hora de los Pasajeros
(Según Tipo de Vehículo)**

TIPO DE VEHICULO	Valor del Tiempo US\$.
Transporte Privado	1.22
Transporte Público	0.61

Fuente: R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293

**Cuadro N° 34: Costo / Hora de los Pasajeros
(Según Tiempo de Carga)**

ESPECIFICACIONES	AUTO	UTILITARIO	BUS	CAMION LIVIANO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO
PRECIO ECONÓMICO	0.00	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

Fuente: R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293

Los beneficios del proyecto están representados por el ahorro en costos de operación vehicular, tiempo de viaje del usuario y posibles ahorros en costo de mantenimiento vial entre las situaciones con y sin proyecto.

Para el cálculo de los beneficios por reducción de tiempo de los usuarios se ha tomado en cuenta los valores de US\$ 1.22/hora para usuarios de autos interurbanos, y de US\$ 0.61/hora para pasajeros de transporte público interurbano.

A continuación se detalla el flujo de beneficios económicos netos de mayor rentabilidad (de la alternativa recomendada) los mismos que se muestran en los cuadros N°35, N°36, N°37 y N°38.

Cuadro N° 35:
Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla,
Tramo I: Mala – km 5+200

Comparación de Alternativas
En Millones de Dólares Americanos

Comparación:
Alternativa 1 “Con Proyecto” vs. Alternativa 0 “Sin Proyecto”

Longitud: 5.2 km

AÑO	INCREMENTO EN COSTO DE CAPITAL DEL CAMINO -1	INCREMENTO EN COSTOS RECURRENTES DEL CAMINO -2	ANORRO EN COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR -3	BENEFICIOS EN COSTOS OPERACIÓN VEHICULAR GENERADO +4	AHORRO EN COSTOS DE TIEMPO DE VIAJE VEHICULAR -5	BENEFICIOS EN COSTOS DE TIEMPO DE VIAJE GENERADO +6	BENEFICIOS NETOS EXOGENOS -7	BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES (8=-1-2+3+4+5+6+7)
2011	2.727	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.727
2012	1.169	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.169
2013	-0.038	-0.013	0.342	0.032	0.154	0.014	0.000	0.593
2014	0.000	-0.013	0.272	0.025	0.141	0.013	0.000	0.464
2015	0.000	-0.013	0.306	0.028	0.152	0.014	0.000	0.513
2016	0.000	-0.013	0.359	0.033	0.167	0.015	0.000	0.587
2017	0.000	-0.013	0.407	0.038	0.182	0.017	0.000	0.657
2018	0.000	-0.013	0.425	0.040	0.190	0.017	0.000	0.685
2019	-0.038	-0.013	0.443	0.041	0.198	0.018	0.000	0.751
2020	0.000	-0.013	0.352	0.033	0.181	0.017	0.000	0.596
2021	0.000	-0.013	0.407	0.038	0.196	0.018	0.000	0.672
2022	0.187	-0.013	0.502	0.047	0.223	0.020	0.000	0.618
2023	0.000	-0.013	0.524	0.049	0.233	0.021	0.000	0.840
2024	0.000	-0.013	0.547	0.051	0.243	0.022	0.000	0.876
2025	-0.038	-0.013	0.569	0.053	0.253	0.023	0.000	0.949
2026	0.000	-0.013	0.456	0.042	0.232	0.021	0.000	0.764
2027	0.000	-0.013	0.618	0.058	0.274	0.025	0.000	0.988
2028	0.000	-0.014	0.643	0.060	0.285	0.026	0.000	1.028
2029	0.000	-0.014	0.669	0.062	0.297	0.027	0.000	1.069
2030	-1.364	-0.014	0.696	0.065	0.309	0.028	0.000	2.476

TOTAL BENEFICIO-COSTO NO DESCONTADOS:

ECONOMICO: 2.61 -0.24 8.54 0.80 3.91 0.36 0.00 11.23

BENEFICIOS ECONOMICOS DESCONTADOS AL:

	0%							
	2.61	-0.24	8.54	0.80	3.91	0.36	0.00	11.23
	3.60	-0.09	2.89	0.27	1.34	0.12	0.00	1.11

VAN	1.110
TIR	14.4%
B/C	1.3

Fuente: Proceso de Modelo HDM III

Cuadro N° 36:
Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla,
Tramo II: km 5+200 – Calango

Comparación de Alternativas
En Millones de Dólares Americanos

Comparación:
Alternativa 1 “Con Proyecto” vs. Alternativa 0 “Sin Proyecto”

Longitud: 14.5 km

Año	INCREMENTO	INCREMENTO	AHORRO EN	BENEFICIOS	AHORRO EN	BENEFICIOS	BENEFICIOS	BENEFICIOS
	EN COSTO DE	EN COSTOS	COSTO DE	EN COSTOS	COSTOS DE	EN COSTOS		
	CAPITAL DEL	RECURRENTES	OPERACIÓN	VEHICULAR	TIEMPO DE	DE TIEMPO	NETOS	ECONÓMICOS
	CAMINO	DEL CAMINO	VEHICULAR	GENERADO	VIAJE	DE VIAJE	EXODEROS	TALES
	-1	-2	-3	+4	-5	-6	-7	(8=-1+...)
2011	7.605	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-7.605
2012	3.259	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3.259
2013	-0.089	-0.034	1.107	0.104	0.440	0.041	0.000	1.815
2014	0.000	-0.035	0.789	0.074	0.371	0.034	0.000	1.303
2015	0.000	-0.035	0.948	0.089	0.413	0.038	0.000	1.523
2016	0.000	-0.035	1.143	0.107	0.468	0.043	0.000	1.796
2017	0.000	-0.035	1.319	0.124	0.522	0.048	0.000	2.048
2018	0.000	-0.035	1.377	0.129	0.544	0.050	0.000	2.135
2019	-0.089	-0.035	1.437	0.135	0.568	0.052	0.000	2.316
2020	0.000	-0.035	1.028	0.096	0.476	0.044	0.000	1.679
2021	0.000	-0.036	1.272	0.119	0.540	0.050	0.000	2.017
2022	0.475	-0.036	1.631	0.153	0.642	0.059	0.000	2.046
2023	0.000	-0.036	1.704	0.160	0.671	0.062	0.000	2.633
2024	0.000	-0.036	1.776	0.166	0.699	0.064	0.000	2.741
2025	-0.089	-0.036	1.851	0.174	0.728	0.067	0.000	2.945
2026	0.000	-0.037	1.344	0.126	0.614	0.057	0.000	2.178
2027	0.000	-0.037	2.009	0.188	0.789	0.073	0.000	3.096
2028	0.000	-0.037	2.093	0.196	0.822	0.076	0.000	3.224
2029	0.000	-0.037	2.179	0.204	0.855	0.079	0.000	3.354
2030	-3.803	-0.038	2.268	0.213	0.890	0.082	0.000	7.294
TOTAL BENEFICIO-COSTO NO DESCONTADOS:								
ECONÓMICO:	7.27	-0.65	27.28	2.56	11.05	1.02	0.00	35.28
BENEFICIO ECONÓMICOS DESCONTADOS AL:								
0%	7.27	-0.65	27.28	2.56	11.05	1.02	0.00	35.28
11%	10.04	-0.25	9.17	0.86	3.76	0.35	0.00	4.34

VAN	4.342
TIR	15.6%
B/C	1.4

FUENTE: Procesamiento Modelo HDM III

Cuadro N° 37:
Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla,
Tramo III: km Calango – La Capilla

Comparación de Alternativas
En Millones de Dólares Americanos

Comparación:
Alternativa 1 “Con Proyecto” vs. Alternativa 0 “Sin Proyecto”

Longitud: 5.8 km

AÑO	INCREMENTO	INCREMENTO	AHORRO EN	BENEFICIOS	AHORRO EN	BENEFICIOS	BENEFICIOS NETOS ECONOMICOS	BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES
	EN COSTO DE	EN COSTOS	COSTO DE	OPERACIÓN	COSTOS DE	EN COSTOS		
	CAPITAL DEL	RECURRENTES	OPERACIÓN	VEHICULAR	TIEMPO DE	DE TIEMPO		
	CAMINO	DEL CAMINO	VEHICULAR	OPERADO	VEHICULAR	OPERADO	EXCEDES	
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	(8) = (-1) - (-7)
2011	2.950	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.950
2012	1.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.281
2013	-0.029	-0.013	0.201	0.018	0.109	0.010	0.000	0.380
2014	0.000	-0.013	0.158	0.014	0.105	0.009	0.000	0.299
2015	0.000	-0.013	0.169	0.015	0.110	0.010	0.000	0.317
2016	0.000	-0.013	0.198	0.018	0.118	0.011	0.000	0.358
2017	0.000	-0.013	0.228	0.020	0.126	0.011	0.000	0.398
2018	0.000	-0.013	0.257	0.023	0.135	0.012	0.000	0.440
2019	-0.029	-0.013	0.268	0.024	0.141	0.013	0.000	0.488
2020	0.000	-0.013	0.204	0.018	0.134	0.012	0.000	0.381
2021	0.000	-0.013	0.225	0.020	0.142	0.013	0.000	0.413
2022	0.187	-0.013	0.307	0.028	0.161	0.014	0.000	0.336
2023	0.000	-0.013	0.322	0.029	0.168	0.015	0.000	0.547
2024	0.000	-0.013	0.337	0.030	0.175	0.016	0.000	0.571
2025	-0.029	-0.013	0.353	0.032	0.183	0.016	0.000	0.626
2026	0.000	-0.013	0.265	0.024	0.172	0.015	0.000	0.489
2027	0.000	-0.013	0.302	0.027	0.183	0.016	0.000	0.541
2028	0.000	-0.013	0.403	0.036	0.207	0.019	0.000	0.678
2029	0.000	-0.013	0.421	0.038	0.216	0.019	0.000	0.707
2030	-1.495	-0.014	0.440	0.039	0.225	0.020	0.000	2.233
TOTAL BENEFICIO-COSTO NO DESCONTADOS:								
ECONOMICO:	2.88	-0.24	5.06	0.45	2.81	0.25	0.00	5.93
BENEFICIOS ECONOMICOS DESCONTADOS AL:								
0%	2.88	-0.24	5.06	0.45	2.81	0.25	0.00	5.93
11%	3.95	-0.09	1.69	0.15	0.96	0.09	0.00	-0.98

VAN	-0.975
TIR	8.0%
B/C	0.7

FUENTE: Procesamiento Modelo H DM III

Cuadro N° 38:
Estudio de Factibilidad de la Carretera Mala – Calango – La Capilla,
Tramos I+II+III (Consolidado)

Comparación de Alternativas
En Millones de Dólares Americanos

Comparación:
Alternativa 1 “Con Proyecto” vs. Alternativa 0 “Sin Proyecto”

Longitud: 25.5 km

AÑO	INCREMENTO EN COSTO DE CAPITAL DEL CAMINO	INCREMENTO EN COSTOS RECURRENTES DEL CAMINO	AHORRO EN COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR	BENEFICIOS EN COSTOS OPERACIÓN VEHICULAR GENERADO	AHORRO EN COSTOS DE TIEMPO DE VIAJE VEHICULAR	BENEFICIOS EN COSTOS DE TIEMPO DE VIAJE GENERADO	BENEFICIOS NETOS ECONÓMICOS	BENEFICIOS ECONÓMICOS TOTALES
	-1	-2	-3	+4	-5	-6	-7	(8= -1-2+3+4+5+6+7)
2011	13.322	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-13.322
2012	5.709	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-5.709
2013	-0.156	-0.060	1.550	0.154	0.703	0.065	0.000	2.788
2014	0.000	-0.061	1.219	0.113	0.617	0.056	0.000	2.065
2015	0.000	-0.061	1.423	0.132	0.675	0.062	0.000	2.353
2016	0.000	-0.061	1.700	0.158	0.753	0.069	0.000	2.741
2017	0.000	-0.061	1.954	0.182	0.830	0.076	0.000	3.103
2018	0.000	-0.061	2.059	0.192	0.869	0.079	0.000	3.260
2019	-0.156	-0.061	2.148	0.200	0.907	0.083	0.000	3.555
2020	0.000	-0.061	1.584	0.147	0.791	0.073	0.000	2.656
2021	0.000	-0.062	1.904	0.177	0.878	0.081	0.000	3.102
2022	0.849	-0.062	2.440	0.228	1.026	0.093	0.000	3.000
2023	0.000	-0.062	2.550	0.238	1.072	0.098	0.000	4.020
2024	0.000	-0.062	2.660	0.247	1.117	0.102	0.000	4.188
2025	-0.156	-0.062	2.773	0.259	1.164	0.106	0.000	4.520
2026	0.000	-0.063	2.065	0.192	1.018	0.093	0.000	3.431
2027	0.000	-0.063	2.929	0.273	1.246	0.114	0.000	4.625
2028	0.000	-0.064	3.139	0.292	1.314	0.121	0.000	4.930
2029	0.000	-0.064	3.269	0.304	1.368	0.125	0.000	5.130
2030	-6.662	-0.066	3.404	0.317	1.424	0.130	0.000	12.003
TOTAL BENEFICIO-COSTO NO DESCONTADOS:								
ECONÓMICO:	12.75	-1.12	40.87	3.81	17.77	1.63	0.00	52.44
BENEFICIOS ECONÓMICOS DESCONTADOS AL:								
0%	12.75	-1.12	40.87	3.81	17.77	1.63	0.00	52.44
11%	17.59	-0.43	13.75	1.28	6.05	0.55	0.00	4.48

VAN	4.476
TIR	13.8%
B/C	1.2

Fuente: Procesamiento Modelo HDM III

Los indicadores de evaluación a ser aplicados serán el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Así se tiene que la alternativa 1 para una intervención a nivel de asfaltado, presenta un VAN de 4.476 Millones de dólares americanos y una TIR del 13.8%, donde el proyecto en su conjunto es capaz de retornar la inversión a través de los beneficios esperados. El cuadro N°39 muestra el resumen de los resultados de la evaluación.

Cuadro N° 39: Resultados de la Evaluación

PROPUESTA ALTERNATIVA 1 (CON PROYECTO):		
VAN (11%)	=	4.476 Millones de US \$.
TIR	=	13.8 %
Razón B/C	=	1.2

Fuente: Procesamiento Modelo HDM III

El análisis de sensibilidad a precios sociales se efectúa solamente para la alternativa seleccionada; la misma que se ha efectuado tomando en consideración las variables que inciden o afectan en los costos y/o los beneficios del proyecto. Los resultados se presentan en el cuadro N°40.

Cuadro N° 40: Análisis de Sensibilidad

Alternativa 1 CAC	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6
	Inversión	Beneficios	Inversión	Beneficios	Inversión (+10%)	Inversión (+20%)
	(+10%)	(-10%)	(+20%)	(-20%)	Beneficios (-10%)	Beneficios (-20%)
VAN (Mill US \$)	2.630	2.313	0.783	0.149	0.466	-3.544
TIR (%)	12.53%	12.48%	11.43%	11.10%	11.28%	8.96%
B/C	1.113	1.107	0.983	0.984	1.002	0.813

Fuente: Estudio de Factibilidad y Estudio Definitivo del Proyecto Mejoramiento de la Carretera Mala – Calango – La Capilla elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, año 2010.

El análisis de sensibilidad arroja que el proyecto es rentable hasta un incremento del 11.43% del costo de inversión.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio económico para un horizonte de 20 años el proyecto es rentable tanto desde el punto de vista técnico y económico, como en términos del mejoramiento de la calidad de la vida de los pobladores. Los beneficios en ahorros en operación vehicular y por reducción de tiempo de viaje, tanto para los usuarios como para los que no usan la vía, son considerables y permiten que el proyecto sea elegible.

3.2.2. Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas - Tarma

El cálculo de los costos de inversión y mantenimiento se presentan a precios sociales, para los que se utilizaran los siguientes factores de corrección: 0.79 para costos de inversión y 0.75 para costos de mantenimiento. Para el cálculo del presupuesto de obra se utilizaran precios unitarios por partidas y subpartidas calculadas específicamente para el proyecto y sustentadas por metrados.

Para la conversión de costos financieros a económicos, se dedujeron los impuestos correspondientes (IGV y derechos arancelarios, según correspondan), separándose como en el caso de los costos de inversión del proyecto, en mano de obra calificada, mano de obra no calificada, maquinaria y equipo importado, maquinaria y equipo nacional. Los precios en Nuevos Soles, se convirtieron a dólares al cambio de 2.90 Nuevos Soles/1 US\$.

En los cuadros N°41, N°42, N°43, N°44, N°45, N°46 y N°47 se presentan los costos del proyecto para las 4 alternativas de inversión propuestas en cada sector respectivamente..

Cuadro N° 41: Costos de Inversión – Sector I

SECTOR 1: 0+000 al 6+500			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	427,905.06	420,107.75
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	399,480.60	381,662.49
300	SUB BASE Y BASE	1,685,267.40	2,137,799.88
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	2,694,027.96	2,728,494.48
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	635,999.39	635,999.39
700	TRANSPORTE	1,575,778.87	1,376,054.38
800	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	52,962.78	52,962.78
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	76,585.02	76,585.02
COSTO DIRECTO		7,548,007.08	7,809,666.17
GASTOS GENERALES (20.0%)		1,509,601.42	1,561,933.23
UTILIDAD (10%)		754,800.71	780,966.62
SUB-TOTAL		9,812,409.21	10,152,566.02
I.G.V (19%)		1,864,357.75	1,928,987.54
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		11,676,766.96	12,081,553.56
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		467,070.68	483,262.14
ESTUDIO DEFINITIVO		262,633.11	262,633.11
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		175,151.50	181,223.30
PACRI (AFECTACIONES) S/.		236,386.98	236,386.98
PRESUPUESTO TOTAL S/.		12,818,009.23	13,245,059.10
PRESUPUESTO TOTAL US\$		4,420,003.18	4,567,261.76
Costo Miles S/./ km		1,972,001.42	2,037,701.40
Costo Miles FINANCIERO US \$./ km		680,000.49	702,655.65
Costo Miles ECONOMICO US \$./ km		537,200.39	555,097.97

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 42: Costos de Inversión – Sector II

SECTOR 2: 6+500 al 14+000			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	537,332.45	561,244.21
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	350,020.94	332,834.86
300	SUB BASE Y BASE	1,417,046.86	2,336,134.58
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	2,956,089.77	2,990,673.48
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	1,195,497.69	1,195,497.69
700	TRANSPORTE	1,977,451.00	1,974,698.55
800	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	97,557.64	97,557.64
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	80,455.87	80,455.87
COSTO DIRECTO		8,611,452.22	9,569,096.88
GASTOS GENERALES (20.0%)		1,722,290.44	1,913,819.38
UTILIDAD (10%)		861,145.22	956,909.69
SUB-TOTAL		11,194,887.88	12,439,825.95
I.G.V (19%)		2,127,028.70	2,363,566.93
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		13,321,916.58	14,803,392.88
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		532,876.66	592,135.72
ESTUDIO DEFINITIVO		303,038.20	303,038.20
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		199,828.75	222,050.89
PACRI (AFECTACIONES) S/.		272,754.20	272,754.20
PRESUPUESTO TOTAL S/.		14,630,414.40	16,193,371.88
PRESUPUESTO TOTAL US\$		5,044,970.48	5,583,921.34
Costo Miles S/. / km		1,950,721.92	2,159,116.25
Costo Miles FINANCIERO US \$. / km		672,662.73	744,522.85
Costo Miles ECONOMICO US \$. / km		531,403.56	588,173.05

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 43: Costos de Inversión – Sector III

SECTOR 3: 14+000 al 18+000			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	276,527.44	268,730.13
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	183,430.24	174,203.26
300	SUB BASE Y BASE	966,930.31	1,233,780.30
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	1,576,581.21	1,595,025.98
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	705,888.53	705,888.53
700	TRANSPORTE	1,584,949.37	1,381,998.09
800	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	74,532.98	74,532.98
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	47,828.36	47,828.36
COSTO DIRECTO		5,416,668.44	5,481,987.63
GASTOS GENERALES (20.0%)		1,083,333.69	1,096,397.53
UTILIDAD (10%)		541,666.84	548,198.76
SUB-TOTAL		7,041,668.97	7,126,583.92
I.G.V (19%)		1,337,917.10	1,354,050.94
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		8,379,586.07	8,480,634.86
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		335,183.44	339,225.39
ESTUDIO DEFINITIVO		161,620.38	161,620.38
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		125,693.79	127,209.52
PACRI (AFECTACIONES) S/.		145,468.91	145,468.91
PRESUPUESTO TOTAL S/.		9,147,552.59	9,254,159.06
PRESUPUESTO TOTAL US\$		3,154,328.48	3,191,089.33
Costo Miles S/./ km		2,286,888.15	2,313,539.77
Costo Miles FINANCIERO US \$./ km		788,582.12	797,772.33
Costo Miles ECONOMICO US \$./ km		622,979.87	630,240.14

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 44: Costos de Inversión – Sector IV

SECTOR 4: 18+000 al 20+000			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	142,441.13	141,921.31
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	127,117.21	122,503.81
300	SUB BASE Y BASE	371,867.36	616,473.02
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	788,290.60	797,513.84
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	293,198.78	293,198.78
700	TRANSPORTE	915,697.53	908,099.99
800	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	19,012.98	19,012.98
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	31,382.61	31,382.61
COSTO DIRECTO		2,689,008.20	2,930,106.34
GASTOS GENERALES (20.0%)		537,801.64	586,021.27
UTILIDAD (10%)		268,900.82	293,010.63
SUB-TOTAL		3,495,710.66	3,809,138.24
I.G.V (19%)		664,185.03	723,736.27
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		4,159,895.69	4,532,874.51
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		166,395.83	181,314.98
ESTUDIO DEFINITIVO		80,810.19	80,810.19
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		62,398.44	67,993.12
PACRI (AFECTACIONES) S/.		72,734.45	72,734.45
PRESUPUESTO TOTAL S/.		4,542,234.59	4,935,727.25
PRESUPUESTO TOTAL US\$		1,566,287.79	1,701,974.91
Costo Miles S/. / km		2,271,117.30	2,467,863.62
Costo Miles FINANCIERO US \$. / km		783,143.90	850,987.46
Costo Miles ECONOMICO US \$. / km		618,683.68	672,280.09

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 45: Costos de Inversión – Sector V

SECTOR 5: 20+000 al 24+000			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	302,518.48	302,518.48
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	261,510.03	252,531.19
300	SUB BASE Y BASE	994,741.82	1,261,620.96
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	1,572,707.47	1,591,126.64
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	916,083.75	916,083.75
700	TRANSPORTE	2,314,692.97	2,070,742.15
800	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	66,378.10	66,378.10
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	60,231.24	60,231.24
COSTO DIRECTO		6,488,863.86	6,521,232.51
GASTOS GENERALES (20.0%)		1,297,772.77	1,304,246.50
UTILIDAD (10%)		648,886.39	652,123.25
SUB-TOTAL		8,435,523.02	8,477,602.26
I.G.V (19%)		1,602,749.37	1,610,744.43
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		10,038,272.39	10,088,346.69
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		401,530.90	403,533.87
ESTUDIO DEFINITIVO		161,620.38	161,620.38
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		150,574.09	151,325.20
PACRI (AFECTACIONES) S/.		145,468.91	145,468.91
PRESUPUESTO TOTAL S/.		10,897,466.66	10,950,295.05
PRESUPUESTO TOTAL US\$		3,757,747.13	3,775,963.81
Costo Miles S/ / km		2,724,366.67	2,737,573.76
Costo Miles FINANCIERO US \$. / km		939,436.78	943,990.95
Costo Miles ECONOMICO US \$. / km		742,155.06	745,752.85

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 46: Costos de Inversión – Sector VI

SECTOR 6: 24+000 al 29+000			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	523,187.54	515,390.23
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	359,258.72	347,869.45
300	SUB BASE Y BASE	1,584,756.46	1,961,181.49
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	1,953,800.45	1,971,704.86
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	3,452,536.86	3,452,536.86
700	TRANSPORTE	3,878,758.34	3,521,153.10
800	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	112,031.20	112,031.20
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	94,757.80	94,757.80
1000	PONTONES	315,789.83	315,789.83
COSTO DIRECTO		12,274,877.20	12,292,414.82
GASTOS GENERALES (20.0%)		2,454,975.44	2,458,482.96
UTILIDAD (10%)		1,227,487.72	1,229,241.48
SUB-TOTAL		15,957,340.36	15,980,139.26
I.G.V (19%)		3,031,894.67	3,036,226.46
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		18,989,235.03	19,016,365.72
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		759,569.40	760,654.63
ESTUDIO DEFINITIVO		202,025.47	202,025.47
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		284,838.53	285,245.49
PACRI (AFECTACIONES) S/.		181,836.14	181,836.14
PRESUPUESTO TOTAL S/.		20,417,504.57	20,446,127.45
PRESUPUESTO TOTAL US\$		7,040,518.82	7,050,388.78
Costo Miles S/ / km		4,083,500.91	4,089,225.49
Costo Miles FINANCIERO US \$. / km		1,408,103.76	1,410,077.76
Costo Miles ECONOMICO US \$. / km		1,112,401.97	1,113,961.43

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 47: Costos de Inversión – Sector VII

SECTOR 7: 29+000 al 32+614			
Item Alterno	Descripción	Alternativas 1-2	Alternativas 3-4
100	OBRAS PRELIMINARES	278,309.75	278,309.74
200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	227,866.85	219,742.79
300	SUB BASE Y BASE	910,946.72	1,152,013.02
400	PAVIMENTO ASFÁLTICO	1,413,213.44	1,427,558.87
600	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	2,406,044.92	2,406,042.34
700	TRANSPORTE	2,807,249.60	2,530,932.60
800	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	86,760.84	86,760.90
900	PROTECCIÓN AMBIENTAL	61,690.66	61,690.66
COSTO DIRECTO		8,192,082.78	8,163,050.92
GASTOS GENERALES (20.0%)		1,638,416.56	1,632,610.18
UTILIDAD (10%)		819,208.28	816,305.09
SUB-TOTAL		10,649,707.62	10,611,966.19
I.G.V (19%)		2,023,444.45	2,016,273.58
PRESUPUESTO (CARRETERA) S/.		12,673,152.07	12,628,239.77
SUPERVISIÓN DE OBRA (4%)		506,926.08	505,129.59
ESTUDIO DEFINITIVO		146,024.01	146,024.01
GASTOS UNIDAD EJECUTORA (1.5%)		190,097.28	189,423.60
PACRI (AFECTACIONES) S/.		131,431.16	131,431.16
PRESUPUESTO TOTAL S/.		13,647,630.60	13,600,248.13
PRESUPUESTO TOTAL US\$		4,706,079.52	4,689,740.74
Costo Miles S/./ km		3,776,322.80	3,763,211.99
Costo Miles FINANCIERO US \$./ km		1,302,180.28	1,297,659.31
Costo Miles ECONOMICO US \$./ km		1,028,722.42	1,025,150.85

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

El resumen de los costos de inversión por tramos de la alternativa elegida, alternativa 2, se muestran en el cuadro N°48.

Cuadro N° 48: Costos de Inversión – Alternativa 2

SECTOR	SI.	US \$
Sector I	12,818,009.23	4,420,003.18
Sector II	14,630,414.40	5,044,970.48
Sector III	9,147,552.59	3,154,328.48
Sector IV	4,542,234.59	1,566,287.79
Sector V	10,897,466.66	3,757,747.13
Sector VI	20,417,504.57	7,040,518.82
Sector VII	13,647,630.60	4,706,079.52
TOTAL SI.	86,100,812.64	29,689,935.39

El cálculo de los costos de mantenimiento se efectúa cubriendo diferentes políticas de mantenimiento, combinando actividades de carácter rutinario y periódico de acuerdo a la alternativa propuesta. Se definieron dos políticas de mantenimiento para la situación "Con Proyecto" y una para la situación "Sin Proyecto", de acuerdo a la metodología establecida para el uso del HDM III.

Las alternativas o políticas diseñadas con estas operaciones y combinadas con las políticas de construcción permiten definir un escenario para la simulación de alternativas de mejoramiento y conservación vial que comparadas con la situación actual, permiten establecer la alternativa óptima para la inversión en el tramo.

Los costos en la situación "Sin Proyecto" están dados por las actividades desarrolladas para efectuar el mantenimiento y preservar el tráfico vehicular existente, sobre la base de una adecuada transitabilidad y seguridad vial y que está comprendido por la actividad de mantenimiento optimizado. En el cuadro N°48 presentamos los costos de mantenimiento en millones de dólares americanos (US\$) a precios constantes para el caso "Sin Proyecto" de los siete tramos en estudio.

El costo por km de la "Situación Actual Optimizada" a precios constantes, es de US\$ 1,717,000.00, lo que representa en promedio por km/Año US\$ 2,632.31.

Cuadro N° 49: Situación Actual Optimizada – Tramo 1

Año	SECTORES							Totales por año
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo	
1	0.047	0.049	0.012	0.013	0.026	0.036	0.022	0.205
2	0.015	0.017	0.009	0.005	0.009	0.011	0.008	0.074
3	0.015	0.017	0.009	0.005	0.009	0.012	0.008	0.075
4	0.015	0.017	0.009	0.005	0.01	0.012	0.008	0.076
5	0.016	0.018	0.009	0.005	0.01	0.012	0.008	0.078
6	0.016	0.018	0.009	0.005	0.01	0.012	0.008	0.078
7	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
8	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
9	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
10	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
11	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
12	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
13	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
14	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
15	0.016	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.08
16	0.017	0.018	0.01	0.005	0.01	0.012	0.009	0.081
17	0.017	0.018	0.01	0.005	0.01	0.013	0.009	0.082
18	0.017	0.018	0.01	0.005	0.01	0.013	0.009	0.082
19	0.017	0.019	0.01	0.005	0.01	0.013	0.009	0.083
20	0.017	0.019	0.01	0.005	0.01	0.013	0.009	0.083
Costo Total								1.717
Costo de Mantenimiento por km./Año US \$								2,632.31

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Los costos recurrentes o de mantenimiento rutinario y los costos capitales o de mantenimiento periódico los presentamos en los cuadros N°50, N°51, N°52 y N°53 para cada sector de la carretera en estudio.

Los costos de mantenimiento con proyecto para la alternativa 1, están dados por las actividades a desarrollar como parte del mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico de la alternativa en análisis, la cual asciende a US\$ 4'954,000.00, lo que en promedio representa para el mantenimiento rutinario

US\$ 2383.44 por km/Año, y para el mantenimiento periódico representa la suma de US\$ 104249.71 por km.

**Cuadro N° 50: Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 1 (En millones de US\$ a precios constantes)**

Año	SECTORES							TOTAL MANT. RUTINARIO	TOTAL MANT. PERIÓDICO	TOTAL MANTENIMIENTO
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo			
1	0.047	0.049	0.012	0.013	0.026	0.036	0.022	0.205	0.000	0.205
2	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
3	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
4	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
5	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
6	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.185	0.256
7	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
8	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
9	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
10	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
11	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	3.030	3.101
12	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
13	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
14	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
15	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
16	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.185	0.256
17	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
18	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
19	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
20	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.000	0.071
Costo Total								1.554	3.400	4.954
Costo de Mantenimiento Por km/Año US\$								2,382.41		2,382.41
Costo de Mantenimiento Por Km US\$									104,249.71	104,249.71

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

El costo de mantenimiento con proyecto para la alternativa 2, está dado por las actividades a desarrollar como parte del mantenimiento rutinario y el mantenimiento periódico de la alternativa propuesta, la cual asciende a US\$ 1,930,000.00, lo que en promedio representa para el mantenimiento rutinario

US\$ 2,391.61 por km/Año, y para el mantenimiento periódico representa la suma de US\$ 11,344.82 por km.

**Cuadro N° 51: Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 2 (En millones de US\$ a precios constantes)**

Año	SECTORES							TOTAL MANT. RUTINARIO	TOTAL MANT. PERIÓDICO	TOTAL MANTENIMIENTO
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo			
1	0.047	0.049	0.012	0.013	0.026	0.036	0.022	0.205	0	0.205
2	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
3	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
4	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
5	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
6	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
7	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
8	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
9	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
10	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
11	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
12	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.185	0.256
13	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
14	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
15	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
16	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
17	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
18	0.017	0.016	0.01	0.004	0.01	0.012	0.008	0.077	0.185	0.262
19	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
20	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
Costo Total								1.560	0.370	1.930
Costo de Mantenimiento Por km/Año US\$								2,391.61		2,391.61
Costo de Mantenimiento Por Km US\$									11,344.82	11,344.82

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Para la alternativa 3, el costo de mantenimiento asciende a US\$ 4,651,000.00, lo que en promedio representa para el mantenimiento rutinario US\$ 2,382.41 por km/Año, y para el mantenimiento periódico representa la suma de US\$ 94,959.22 por km.

**Cuadro N° 52: Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 3 (En millones de US\$ a precios constantes)**

Año	SECTORES							TOTAL MANT. RUTINARIO	TOTAL MANT. PERIÓDICO	TOTAL MANTENIMIENTO
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo			
1	0.047	0.049	0.012	0.013	0.026	0.036	0.022	0.205	0	0.205
2	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
3	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
4	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
5	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
6	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.185	0.256
7	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
8	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
9	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
10	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
11	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	2.727	2.798
12	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
13	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
14	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
15	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
16	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.185	0.256
17	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
18	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
19	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
20	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
Costo Total								1.554	3.097	4.651
Costo de Mantenimiento Por km/Año US\$								2,382.41		2,382.41
Costo de Mantenimiento Por Km US\$									94,959.22	94,959.22

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Para la alternativa 4, el costo de mantenimiento asciende a US\$ 1,926,000.00, lo que en promedio representa para el mantenimiento rutinario US\$ 2,385.48 por km/Año, y para el mantenimiento periódico representa la suma de US \$11,344.82 por km.

**Cuadro N° 53: Costos Financieros de Mantenimiento “Con Proyecto” –
Alternativa 4 (En millones de US\$ a precios constantes)**

Año	SECTORES							TOTAL MANT. RUTINARIO	TOTAL MANT. PERIÓDICO	TOTAL MANTENIMIENTO
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo			
1	0.047	0.049	0.012	0.013	0.026	0.036	0.022	0.205	0	0.205
2	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
3	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
4	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
5	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
6	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
7	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
8	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
9	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
10	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
11	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
12	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.166	0.237
13	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.019	0.09
14	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
15	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
16	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
17	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
18	0.015	0.016	0.009	0.004	0.009	0.012	0.008	0.073	0.166	0.239
19	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0.019	0.09
20	0.014	0.016	0.009	0.004	0.009	0.011	0.008	0.071	0	0.071
Costo Total								1.556	0.370	1.926
Costo de Mantenimiento Por km/Año US\$								2,385.48		2,385.48
Costo de Mantenimiento Por Km US\$									11,344.82	11,344.82

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Los costos de operación de los vehículos se han estimado usando la metodología del sub modelo Vehicle Operating Costs (VOC) del modelo HDM, a partir de los precios económicos correspondiente a los insumos como vehículos, llantas, combustibles, lubricantes, mantenimiento, etc.

Se toma también las consideraciones de las Normas Complementarias a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública R.D N° 002-2009-

EF-68.01, en cuanto a los parámetros de evaluación (valor social del tiempo y precios social de combustibles). Así mismo se ha considerado las características técnicas de utilización y de operación de cada tipo de vehículo para los cálculos de depreciación, interés y los costos de la tripulación. Se incluyen también los costos por demora en el transporte de carga.

**Cuadro N° 54: Costos de Vehículos por Tipo según Estructura – Año 2010
(En Dólares Americanos)**

ESPECIFICACIONES	AUTO	UTILITARIO	BUS	CAMION LIVIANO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO
PRECIO DE MERCADO	20,034.95	32,339.84	174,915.00	116,610.00	145,762.50	174,915.00	204,067.50
PRECIO ECONÓMICO	11,855.00	19,136.00	103,500.00	69,000.00	86,250.00	103,500.00	120,750.00

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Cuadro N° 55: Costos de Llantas por Tipo de Vehículo según Estructura – Año 2010 (En Dólares Americanos)

ESPECIFICACIONES	AUTO	UTILITARIO	BUS	CAMION LIVIANO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO
PRECIO DE MERCADO	69.19	118.03	507.09	205.17	507.09	640.84	640.84
PRECIO ECONÓMICO	37.40	63.80	274.10	110.90	274.10	346.40	346.40

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Los costos de los combustibles se muestran de acuerdo a las consideraciones establecidas por R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293, lo cuales fueron promediados según su participación en el mercado, para luego, establecer el costo por litro. El costo promedio unitario por litro es el resultado de considerar el consumo que tiene cada uno de los tipos de combustibles, según se indica en el cuadro N°56.

Cuadro N° 56: Costo Promedio por Litro de Combustible

COSTOS FINANCIEROS	GASOLINA		DIESEL
	84 Oct. US\$/Gal	90 Oct. US\$/Gal	US\$/Gal
PRECIO DE MERCADO	3.44	3.84	5.21
PRECIO ECONÓMICO	2.27	2.53	3.14
FACTOR	0.66	0.66	0.66
CONCEPTO	PARTICIPACION		
% De participación en el mercado	95%	5%	
GASOLINA			
Costo Financiero (US\$/lt)			0.91
Costo Económico (US\$/lt)			0.55
DIESEL-2			
Costo Financiero (US\$/lt)			0.83
Costo Económico (US\$/lt)			0.50

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Los costos de lubricantes se muestran de acuerdo al tipo de lubricante de uso frecuente, los cuales fueron promediados según su participación en el mercado, para luego, establecer el costo por US\$/litro. Esto se indica en el cuadro N°57.

**Cuadro N° 57: Costo Promedio por Litro de Combustible
(En Dólares Americanos)**

CONCEPTOS	GTX Rimula (D29W-50) Ligero	Shell Multigrado 2050 Pesado	GTX Rimula (D29W-50) Ligero	Shell Multigrado 2050 Pesado
	US\$/Gal	US\$/Gal	US\$/Litro	US\$/Litro
Costo Financiero (US\$/lt)	13.20	10.00	3.48	2.64
Costo Económico (US\$/lt)	11.48	7.71	3.03	2.66

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Los costos de la mano de obra en el transporte se obtuvieron de entrevistas llevadas a cabo con empresas transportistas de pasajeros y carga, y transportistas individuales, estableciéndose un monto básico por cada tipo de vehículo. Con relación al costo de la mano de obra de mantenimiento, los valores

que se presentan corresponden a costos obtenidos en talleres de mantenimiento tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados.

En general, en los costos de la mano de obra en el transporte, se considera que la remuneración a costos financieros constituye su respectivo costo de oportunidad, por lo que su costo económico es igual al costo financiero. En el cuadro N°58, se muestran por tipo de vehículo, los costos de mano de obra y en el cuadro N°59, los costos de la tripulación por hora.

Cuadro N° 58: Costo de Mano de Obra de Mantenimiento

TIPO DE VEHÍCULOS	MANO DE OBRA		
	S/. x HORA	S/. x HORA FINANCIERO	S/. x HORA ECONÓMICO
LIGEROS	11.47	3.95	2.07
PESADOS	13.24	4.56	2.39

Cuadro N° 59: Costo de Tripulación / Hora

TIPO DE VEHÍCULOS	PERSONAL	CANTIDAD	HORAS DE TRABAJO	COSTO HORA S/	COSTO HORA US \$ FINANCIERO	COSTO HORA US \$ ECONÓMICO
Auto		*	-	-	-	-
Utilitario	Piloto	1	176.00	3.27	1.13	0.80
	Ayudante	1				
Bus	Piloto	1				
	Relevo		176.00	19.55	6.74	4.78
	Ayudante	1				
Camión Liviano	Piloto	1	176.00	6.87	2.37	1.68
	Ayudante	1				
Camión Mediano	Piloto	1				
	Relevo	1	176.00	8.79	3.03	2.15
	Ayudante	1				
Camión Pesado	Piloto	1				
	Relevo	1	176.00	9.45	3.26	2.31
	Ayudante	1				
Camión Articulado	Piloto	1				
	Relevo	1	176.00	9.45	3.26	2.31
	Ayudante	1				

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

El costo de tiempo de viaje de los usuarios ha sido tomado como valor social del tiempo para usuarios de transporte publicados en la R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293, en la cual se establece el valor social del tiempo para cada modo de transporte. En los cuadros N°60 y N°61, se muestran los costos hora de los pasajeros, según tipo de vehículo y tiempo de carga respectivamente.

**Cuadro N° 60: Costo / Hora de los Pasajeros
(Según Tipo de Vehículo)**

TIPO DE VEHICULO	Valor de Tiempo US\$.
Transporte Privado	1.22
Transporte Público	0.61

Fuente: R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293

**Cuadro N° 61: Costo / Hora de los Pasajeros
(Según Tiempo de Carga)**

ESPECIFICACIONES	AUTO	UTILITARIO	BUS	CAMION LIVIANO	CAMION MEDIANO	CAMION PESADO	CAMION ARTICULADO
PRECIO ECONÓMICO	0.00	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09

Fuente: R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Ley N° 27293

Los beneficios del proyecto están representados por el ahorro en costos de operación vehicular, tiempo de viaje del usuario y posibles ahorros en costo de mantenimiento vial entre las situaciones con y sin proyecto.

Para el cálculo de los beneficios por reducción de tiempo de los usuarios se ha tomado en cuenta los valores de US\$ 1.22/hora para usuarios de autos interurbanos, y de US\$ 0.61/hora para pasajeros de transporte público interurbano.

A continuación se detalla el flujo de beneficios económicos netos de mayor rentabilidad (de la alternativa recomendada) los mismos que se muestran en el cuadro N°62.

Cuadro N° 62: Flujo de Beneficios – Alternativa 2

Año	SECTORES							BENEFICIOS ECONOMICOS TOTALES
	1er	2do	3er	4to	5to	6to	7mo	
1	-3.492	-3.986	-2.492	-1.237	-2.969	-5.562	-3.600	-23.338
2	0.289	0.288	0.022	0.171	0.235	0.198	0.215	1.418
3	0.334	0.327	0.034	0.191	0.265	0.228	0.242	1.621
4	0.382	0.369	0.048	0.213	0.296	0.261	0.272	1.841
5	0.434	0.413	0.063	0.236	0.330	0.295	0.304	2.075
6	0.490	0.459	0.079	0.261	0.366	0.331	0.337	2.323
7	0.549	0.507	0.095	0.288	0.405	0.369	0.373	2.586
8	0.613	0.557	0.112	0.315	0.448	0.410	0.411	2.866
9	0.683	0.610	0.130	0.345	0.495	0.453	0.453	3.169
10	0.761	0.668	0.149	0.377	0.547	0.501	0.498	3.501
11	0.848	0.732	0.169	0.407	0.605	0.552	0.548	3.861
12	0.912	0.769	0.175	0.421	0.652	0.589	0.588	4.106
13	1.054	0.879	0.218	0.446	0.740	0.675	0.664	4.676
14	1.174	0.963	0.247	0.463	0.817	0.745	0.729	5.138
15	1.307	1.052	0.279	0.480	0.904	0.823	0.802	5.647
16	1.443	1.137	0.308	0.495	0.977	0.901	0.868	6.129
17	1.589	1.225	0.337	0.508	1.022	0.983	0.912	6.576
18	1.682	1.278	0.346	0.510	1.026	1.043	0.917	6.802
19	1.826	1.450	0.416	0.541	1.088	1.184	0.971	7.476
20	2.928	2.770	1.208	0.928	2.011	2.966	2.080	14.891
VAN	2.14	0.95	(1.38)	1.27	1.04	(1.73)	0.06	2.351
TIR	16.71%	13.50%	4.19%	21.39%	14.58%	7.30%	11.20%	12.08%

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provias Nacional, Año 2011.

Los indicadores de evaluación a ser aplicados serán el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Así se tiene que la alternativa 2 para una intervención a nivel de asfaltado, presenta un VAN de 2.351 Millones de dólares americanos y una TIR del 12.08%, donde el proyecto en su conjunto es capaz de retornar la inversión a través de los beneficios esperados. El cuadro N°63 muestra el resumen de los resultados de la evaluación.

Cuadro N° 63: Resultados de la Evaluación

PROPUESTA ALTERNATIVA 2 (CON PROYECTO):			
VAN (11%)	=	2.351	Millones de US \$.
TIR	=	12.08	%
Razón B/C	=	1.10	

Fuente: Procesamiento Modelo HDM III

El análisis de sensibilidad a precios sociales se efectúa solamente para la alternativa seleccionada; la misma que se ha efectuado tomando en consideración las variables que inciden o afectan en los costos y/o los beneficios del proyecto. Los resultados se presentan en el cuadro N°64.

Cuadro N° 64: Análisis de Sensibilidad

Periodo de Análisis	Costo + 10%		Costo + 20%		Costo + 10% y Reducc. VOC y TV 10%		Costo y Mant. 20% y Reducc. VOC y TV 20%	
	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN
20 años	11.01%	0.017	10.07%	-2.316	9.87%	-2.551	8.58%	-5.307

Fuente: Estudio de Preinversión a Nivel de Perfil y Estudio Definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma elaborado por la empresa HOB Consultores S.A. para Provías Nacional, Año 2011.

El análisis de sensibilidad arroja que el proyecto es rentable hasta un incremento del 10.07% del costo de inversión.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio económico para un horizonte de 20 años el proyecto es rentable tanto desde el punto de vista técnico y económico, como en términos del mejoramiento de la calidad de la vida de los pobladores. Los beneficios en ahorros en operación vehicular y por reducción de tiempo de viaje, tanto para los usuarios como para los que no usan la vía, son considerables y permiten que el proyecto sea elegible.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Analizando las diversas alternativas propuestas para el caso del proyecto a nivel de Mejoramiento del tramo Mala – Calango – La Capilla, se ha determinado que la Alternativa 1 (“Con Proyecto”), con un tipo de superficie de rodadura a nivel asfaltado convencional para una vida útil de 20 años es la alternativa más conveniente que se sustenta en los mejores indicadores de evaluación a nivel integral para el proyecto en su conjunto.
2. Se ha determinado que se debe aplicar el mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica, donde la estructura del pavimento estará compuesta por una carpeta asfáltica en caliente de 75mm de espesor y una base y sub base granular de entre 250mm y 275mm de espesor. Con mantenimiento rutinario y periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando estos se produzcan y un sellado de 12mm de espesor cuando el área sea dañada en un 20%. Al décimo año se deberá colocar un refuerzo de carpeta asfáltica en caliente de 25mm de espesor.
3. Para el caso de la comparación de las diversas alternativas del proyecto a nivel de Mejoramiento del tramo Mala – Calango – La Capilla, se ha determinado según los beneficios económicos totales mostrados en los Cuadros N° 30, N° 31, N° 32, N° 33; que el proyecto empieza ser rentable a partir del tercer año.
4. Como resultado de la evaluación económica, se tiene un VAN de 4.476 Millones de dólares americanos y una TIR del 13.8%, donde el proyecto en su conjunto es capaz de retornar la inversión a través de los beneficios esperados. Se ha establecido que el análisis de sensibilidad admite un incremento en los costos de inversión y mantenimiento. A 20 años, el proyecto es viable aún si se incrementan los costos de inversión hasta un 20% debido a que sigue siendo rentable con un TIR de 11.43% y un VAN de US\$ 0.783 millones, siendo el monto tope de incremento en un 24.24%.
5. Analizando las diversas alternativas propuestas para el caso del proyecto a nivel de Rehabilitación del tramo Desvío Las Vegas – Tarma, se ha

- determinado que la Alternativa 2 (“Con Proyecto”), con un tipo de superficie de rodadura a nivel asfaltado convencional para una vida útil de 20 años es la alternativa más conveniente que se sustenta en los mejores indicadores de evaluación a nivel integral para el proyecto en su conjunto.
6. Se ha determinado que se debe aplicar la política de rehabilitación a nivel de carpeta asfáltica, donde la estructura del pavimento estará compuesta por una carpeta asfáltica en caliente de 100mm de espesor y una base y sub base granular de entre 150mm y 250mm de espesor. Con mantenimiento rutinario y periódico, considerando el bacheo del 100% de la superficie dañada cuando estos se produzcan y un sellado de 12mm de espesor cuando el área sea dañada en un 20%. Cuando el índice internacional de rugosidad (IRI) sea > 4 se deberá colocar un refuerzo de carpeta asfáltica en caliente de entre 40mm y 50mm de espesor promedio.
 7. Para el caso de la comparación de las diversas alternativas del proyecto a nivel de Rehabilitación del tramo Desvío Las Vegas – Tarma, se ha determinado según los beneficios económicos totales mostrados en el Cuadro N° 57; que el proyecto empieza ser rentable a partir del segundo año.
 8. Como resultado de la evaluación económica, se tiene un VAN de 2.351 Millones de dólares americanos y una TIR del 12.08%, donde el proyecto en su conjunto es capaz de retornar la inversión a través de los beneficios esperados. Se ha establecido que el análisis de sensibilidad admite un incremento en los costos de inversión. A 20 años el proyecto es viable aún si se incrementan los costos de inversión hasta un 10% debido a que sigue siendo rentable con un TIR de 11.01% y un VAN de US\$ 0.017 millones, siendo el monto tope de incremento en un 10.07%.
 9. En ambos casos, se determina, por el análisis de sensibilidad, que los proyectos continuaran siendo rentables a los 20 años de la inversión tanto desde el punto de vista técnico y económico, como en términos del mejoramiento de la calidad de la vida de los pobladores.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar el sistema de gestión ambiental, el cual comprenderá la planificación, implementación, seguimiento y control de las acciones conducentes a cumplir con las normas y estándares ambientales vigentes, con el objetivo de evitar daños en entorno de la zona de influencia de los proyectos.
2. Se recomienda tener en cuenta las condiciones climáticas más favorables para la ejecución de las obras, pues hacer los trabajos de mejoramiento o rehabilitación en época de lluvias demoraría los trabajos, generando mayores gastos al Estado.
3. Se recomienda contar con disponibilidad de financiamiento durante la etapa de operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil de los proyectos para garantizar que se cumpla con los trabajos programados y evitar el deterioro de las carreteras.
4. Se recomienda contar con personal técnico calificado tanto para la ejecución de la obra como para la supervisión de la misma, para asegurar la calidad de la misma. Además, contar con personal capacitado para mantenimiento vial a lo largo de la vida útil del proyecto, para garantizar su durabilidad.
5. Se recomienda que la evaluación económica siempre debe ser actualizada si es que pasan más de 6 meses entre la fecha en que se realizó y la fecha en que se convocó a licitación el proyecto. Esto se indica en la Ley de Contrataciones del Estado en el artículo 27 que dice lo siguiente: "Tratándose de obras, el Valor Referencial no podrá tener una antigüedad mayor a los seis meses contados desde la fecha de la convocatoria del proceso respectivo".

BIBLIOGRAFÍA

1. HOB Consultores S.A., "Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad y Estudio Definitivo de la Carretera Mala – Calango", Lima, Perú, 2010.
2. HOB Consultores S.A., "Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil y Estudio definitivo del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Desvío Las Vegas – Tarma", Lima, Perú, 2011.
3. Ministerio de Economía y Finanzas, Normas Complementarias a la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública R.D. N° 002-2009-EF-68.01, Lima, Perú, 2009
4. Ministerio de Economía y Finanzas, Reglamento del Sistema Nacional de Inversión Pública (aprobado mediante Decreto Supremo N°102-2007-EF), Lima, Perú, 2007
5. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, RD N°051-2007-MTC/14 (27.08.07), Lima, Perú, 2007
6. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) RD N°1146-2000-MTC/15.17 (27.12.00), Lima, Perú, 2000
7. Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado, Ley de Contrataciones del Estado (aprobado mediante Decreto Legislativo N°1017), Lima, Perú, 2008
8. Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado, Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (aprobado mediante Decreto Supremo N°184-2008-EF), Lima, Perú, 2008
9. The World Bank Group, The Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-III), Washington D.C., USA, 1995

10. Chang Albitres, Carlos, Meléndez Palma, José, Aplicabilidad del Modelo HDM-III en la Evaluación de proyectos Viales, Ponencia presentada al XIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Puno, Perú, 2001