

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil



**PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA
CARRETERA COCACHACRA-MATUCANA
DEL Km. 61+000 AL Km. 64+000
EVALUACION DEL TRAZO Y DISEÑO VIAL APLICADO AL
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

Guillermo Israel Juárez Li

Lima- Perú

2006

En dedicación al esfuerzo de mis padres Guillermo y Dora, el apoyo incondicional de mis hermanas Sandra y Susana, a todos mis amigos que durante este tiempo me alentaron y ayudaron a crecer, y a la confianza que la Universidad y sus docentes me ofrecieron.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
CAPITULO I “ANTECEDENTES”	5
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.2. INGENIERÍA DE TRÁNSITO	8
1.3. DISEÑO GEOMÉTRICO	13
1.4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	17
1.5. DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	21
1.6. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	24
1.7. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	29
1.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	30
1.9. IMPACTO AMBIENTAL	33
CAPITULO II “TRAZO Y DISEÑO VIAL”.....	36
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZO Y DISEÑO VIAL DEL PROYECTO	40
2.2. DISEÑO ÓPTIMO DEL TRAZO Y DISEÑO VIAL	44
CAPITULO III “PRESUPUESTO”	50
3.1. PRESUPUESTO DEL PROYECTO ($V_d=60\text{KPH}$).....	50
3.2. ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL TRAZO MODIFICADO	52
CAPITULO IV “EVALUACION ECONOMICA”	55
4.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	56
a) Costos:	56
b) Beneficios:	62
c) Evaluación económica	65
4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL TRAZO MODIFICADO	68
4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	70

CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXOS	76
Plano de Ubicación	A
Planos de diseño Vd=60KPH	B
Plano de diseño Vd=80KPH	C
Análisis de Precios Unitarios	D
Tablas - Manual de Diseño de Carreteras DG-2001	E

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1.2.1	IMDA Año base (2006) por tipo de vehículo	9
1.2.2	Tasas de crecimiento del tráfico	11
1.2.3	Tráfico total proyectado	12
1.2.4	Proyección del número de ejes equivalentes	13
1.3.1	Elementos de curvas y trazo. Proyecto con Vd=60KPH	16
1.4.1	Disponibilidad de canteras	20
1.5.1	Espesores mínimos del pavimento	23
1.6.1	Estaciones pluviométricas	25
1.6.2	Información cartográfica	25
1.6.3	Precipitaciones máximas en 24hrs	26
1.6.4	Descargas máximas en cunetas	26
1.6.5	Descargas máximas en alcantarillas	27
1.6.6	Proyección de obras de drenaje – Cunetas	27
1.6.7	Proyección de obras de drenaje – Alcantarillas	28
1.8.1	Factores de ajuste de las obras de construcción de costos de mercado a costos económicos	31
1.8.2	Costos financieros de mantenimiento	32
1.8.3	Costos de operación vehicular	32
2.1.1	Elementos de curvas y trazo. Vd=60KPH	42
2.2.1	Evaluación de elementos de curvas y trazo para Vd=80KPH	46
4.1.1	Costos de mercado de las obras de construcción en Nuevos Soles	57
4.1.2	Factores de ajuste de las obras de construcción de costos de mercado a costos económicos	58
4.1.3	Costos económicos de las obras de construcción en Nuevos Soles	59
4.1.4	Costos financieros de mantenimiento	60
4.1.5	Costos económicos de mantenimiento	61

4.1.6	Costos de operación vehicular a precios económicos	62
4.1.7	Costos de operación vehicular para la situación sin proyecto (en miles de soles) a precios económicos	63
Cuadro	Descripción	Página
4.1.8	Costos de operación vehicular para la situación con proyecto (en miles de soles) a precios económicos	64
4.1.9	Beneficios incrementales para los costos de operación vehicular (en miles de soles) a precios económicos	65
4.2.1	Costos de mercado de las obras de construcción en Nuevos Soles	68
4.2.2	Costos económicos de las obras de construcción en Nuevos Soles	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS, FIGURAS Y PLANOS

Figura	Descripción	Página
1.1.1	Distribución de la red vía Lima - provincias	6
1.4.1	Esquema de toma de calicata C-1, Prog. 63+715	18
1.4.2	Cálculo del CBR por el método del percentil	19
1.5.1	Esquema de espesores del pavimento proyectado	24
2.2.1	Sección típica del túnel proyectado (508.66m) Km.61+734.53 al Km.62+258.90	51
4.2.1	Sensibilidad de la TIR (COK=14%) para la Vd=60KPH con flujo vehicular variable	71
4.2.2	Sensibilidad del VAN (COK=14%) para la Vd=60KPH con flujo vehicular variable	71
4.2.3	Sensibilidad de la TIR (COK=14%) para la Vd=80KPH con flujo vehicular variable	72
4.2.4	Sensibilidad del VAN (COK=14%) para la Vd=80KPH con flujo vehicular variable	72

RESUMEN

El presente informe presenta en forma detallada todos los pasos a seguir, los componentes y factores requeridos para la evaluación socioeconómica de una alternativa de proyecto vial ubicado en el Tramo Matucana – Cocachacra de la Carretera “Héroes de la Breña”, comúnmente llamada Carretera Central en nuestro territorio patrio.

La alternativa propuesta nace para un mejoramiento del trazo existente para alcanzar una velocidad directriz de 60KPH, actualmente diseñada para 50KPH, y la rehabilitación de las condiciones del pavimento de forma que se permita la transitabilidad durante los 20 años previstos para el período de vida del proyecto.

Se presenta una segunda alternativa de mejoramiento de la carretera para un incremento esperado de la velocidad directriz a 80KPH. Esto se debe, entre otras consideraciones, a la evolución tecnológica de los vehículos de carga y transporte que permitirán alcanzar mayores velocidades de circulación, las necesidades circundantes por disminuir los tiempos de viaje así como otros factores incluidos.

El Capítulo I de este informe presenta los antecedentes como el resumen de los estudios desarrollados para la elaboración del expediente técnico del mejoramiento y rehabilitación de esta carretera entre los Km. 61+000 al Km. 64+000 (Ref.2) aplicados a un diseño con velocidad directriz de 60KPH.

En el Capítulo II se expone por qué es posible incrementar la velocidad directriz sobre los 60KPH proyectados, incluyendo los beneficios y limitaciones del mismo; además desarrolla los conceptos utilizados para el diseño del trazo siguiendo las directrices de la norma técnica peruana DG-2001. Se completa con un diseño propuesto (solo del Km. 61+000 al Km. 64+000) para una velocidad directriz de 80KPH, la misma que será evaluada más adelante.

El Capítulo III incluye todo lo relacionado con la elaboración del presupuesto para las obras de ejecución de las dos alternativas indicadas, a precios de mercado, calculadas para los 3Km diseñados, el mismo que será posteriormente extrapolado para los 21.3Km del proyecto total entre Cocachacra y Matucana. En esta parte se muestra la principal diferencia cuantitativa entre ambas variantes en términos de inversión financiera.

El Capítulo IV desarrolla la evaluación económica, desde el cálculo de los costos económicos a partir de los resultados obtenidos en el capítulo precedente, así como los futuros que mantengan la vía transitable, hasta los beneficios sociales incrementales calculados de acuerdo a la proyección del estudio de tráfico del capítulo I. La evaluación económica se desarrolla para la tasa de descuento social 14%, medidos con la TIR y el VAN económico. Finalmente se presenta un análisis de sensibilidad para los diferentes costos de inversión versus los incrementos del tráfico directamente relacionados con los beneficios sociales esperados.

INTRODUCCION

Con el fin de mejorar las características y condiciones viales de la carretera Matucana – Cocachacra, debido al crecimiento tecnológico/económico sobre la cual se mostrara afectada, requerimos conocer la factibilidad de su ejecución mediante los resultados de los indicadores económicos propios de un análisis de sensibilidad de evaluación económica como respuesta directa al trazo y diseño vial seleccionado.

Para ello establecemos las directrices como se indican a continuación:

- Conocer la factibilidad de mejorar las condiciones del tránsito de la carretera Matucana-Cocachacra en función a su trazo y diseño vial.
- Conocer la evaluación económica de una alternativa de solución vial clásica actual mediante un análisis de sensibilidad.

La evaluación está dirigida a cualquier persona natural o jurídica de inversión que evalúe la mejora en las características viales de la carretera Matucana - Cocachacra, en caso mejore las condiciones tecnológicas del entorno tales como la potencia y velocidad de los vehículos de transporte terrestre así como las necesidades del intercambio económico o demográfico en el área de influencia, y que las características de la carretera actual o la propuesta en el proyecto no alcancen para soportar dichas solicitudes.

Durante la elaboración de la Propuesta para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera “Heroes de la Breña” (Ref.2) se establecieron las políticas a mantener durante todo el estudio del presente proyecto, las mismas que se mantienen durante el presente informe. Así se plantearon los siguientes objetivos:

- Dar a la vía mejores condiciones de Circulación mejorando sus parámetros de diseño, principalmente en la velocidad directriz.
- Eliminar los tiempos muertos e improductivos causados por las demoras a raíz de las bajas velocidades.

- Dar a la carretera la suficiente capacidad de soporte, para la demanda que se producirá debido a la activación de la interoceánica del centro.

Antes de empezar incluiremos tres conceptos importantes que se tienen presente para todo el estudio en general. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) definen los tipos de intervención en infraestructura vial como:

Construcción.- Conjunto de obras de infraestructura a ejecutar en una vía proyectada, en los tramos faltantes de las vías existentes o variantes. Comprenden las actividades de Estudios, desmonte y limpieza, explanación, obras de drenaje, sub-base, base y carpeta, señalización, puentes, etc.

Mejoramiento.- Conjunto de obras de infraestructura a ejecutar en una vía existente a fin de realizar cambios en las especificaciones y dimensiones de la vía o puentes para permitir la adecuación de la vía a niveles de mejor servicio. Comprenden las actividades de ampliación de calzada, construcción de nuevos carriles, rectificación, mejoramiento del trazo, construcción de obras de drenaje y estructura de pavimento, estabilización de afirmados, tratamiento superficial, señalización.

Rehabilitación.- Actividades que se realizan para reconstruir o recuperar las condiciones iniciales de la vía, de tal manera que cumplan las especificaciones técnicas con las que fue diseñada. Comprende la construcción de obras de drenaje, recuperación de la carpeta (afirmado, tratamiento superficial), reconstrucción de la sub-base y/o base y/o capa de rodadura, otras obras.

Esto aclara nuestras ideas de lo que el proyecto quiere: *mejorar* las características técnicas viales con el incremento de la velocidad directriz, que compromete el trazo y diseño de la vía, y *rehabilitar* sus condiciones actuales sobre la superficie de rodadura atendiendo al estado actual de la misma.

CAPITULO I “ANTECEDENTES”

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Carretera Héroes de la Breña, más conocida como “Carretera Central”, y su tramo en estudio –Km. 61+000 hasta 64+000– muestra un verdadero reto de construcción a la ingeniería civil, como es el caso de los taludes empinados en roca, la sinuosidad de la vía, los constantes problemas de geodinámica externa, que han generado un sinnúmero de estudios de rehabilitación y mejoramiento que hasta el día de hoy no solucionan la exigente demanda que usa la vía.

El proyecto forma parte de la Carretera Héroes de la Breña y se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de Matucana,

Esta Carretera forma parte de la Ruta del Sistema Nacional N° 20 que se inicia en el Ovalo Santa Anita (Lima), continua por Matucana, San Mateo (Huarochiri), los centros poblados mineros de Río Blanco, Casapalca y Morococha, hasta llegar a La Oroya (Junín), de donde prosigue a Tarma y el valle de Chanchamayo y otro que prosigue hasta Huancayo, Huancavelica y Ayacucho.

Además, se vincula con los departamentos de Junín, Huancavelica y Ayacucho a través de la Ruta 3-S, carretera longitudinal de la Sierra Sur, y con los departamentos de Pasco, Huánuco y Ucayali a través de la carretera longitudinal de la Sierra Norte. (Ver Figura N°01).



Figura 1.1.1
 Distribución de la red vial Lima - provincias

Actualmente es la única vía asfaltada y de características geométricas aceptables que vincula la zona central de la sierra del país con la capital. Existen otras carreteras que no son asfaltadas, por lo que con la totalidad del volumen de pasajeros y carga de los departamentos citados, es trasladado a la ciudad de Lima utilizando la carretera central.

Además, de acuerdo a las tendencias y políticas de los mercados internacionales, respecto a los países de la cuenca del Pacífico, los corredores transversales del Pacífico hacia el Atlántico se ven como el nexo obligado para el desarrollo de todos los centros poblados dentro de su área de influencia directa.

Buscando soluciones que conjuguen la parte técnica con los beneficios económicos que generen, se analizó el trazo existente se vio las deficiencias en campo como las curvas y contra-curvas que no permiten alcanzar las velocidades de diseño, la pendiente existente, los problemas de geodinámica externa, el tráfico que circula por la vía, etc.

El diseño propuesto para el proyecto contempla el cambio del eje de la vía existentes en tres tramos donde, de acuerdo a la geología del estudio, no implica el corte para explanaciones sobre roca ígnea puramente. Así se tienen los siguientes tramos modificados:

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 1. Km. 60+911.87 al 61+237.31 | 325.44m |
| 2. Km. 62+328.85 al 62+844.58 | 515.73m |
| 3. Km. 63+452.23 al 64+015.21 | 562.98m |

Como se aprecia, el cambio se inicia antes del Km.61+000 y termina después del Km.64+000, por lo que debe quedar clara la importancia de un análisis integral incluyendo toda la carretera desde Matucana hasta Cocachacra a fin de lograr el objetivo establecido por el proyecto.

1.2. INGENIERÍA DE TRÁNSITO

El estudio de tráfico está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico y repetición de ejes equivalentes para la evaluación económica y el diseño del pavimento.

El estudio comprende la recopilación de información básica para la estimación del tráfico, el cálculo de los factores de corrección y del IMDA, la determinación del área de influencia mediante encuestas de origen y destino, el cálculo de las tasas de crecimiento así como del tráfico total proyectado, y el cálculo de los factores destructivos y de los ejes equivalentes acumulados.

Del estudio Volumétrico se identificó que en esta carretera no hay vías afluentes por las que ingrese o salga volumen significativo de vehículos que determinen nodos, pero sí hay localidades importantes como Cocachacra, San Mateo, Matucana, Morococha, Casapalca, Río Blanco y otras. De este modo se han considerado 4 tramos:

- Puente Ricardo Palma – Cocachacra – Matucana
- Matucana – San Mateo
- San Mateo – Morococha y
- Morococha – Oroya

Agrupados de esta forma, la estación de conteo vehicular puede ubicarse en cualquier parte dentro del primer tramo implicado para este proyecto.

El volumen de tráfico además de las variaciones horarias y diarias varía según las estaciones climatológicas del año, por lo tanto es necesario efectuar una corrección para eliminar las fluctuaciones del volumen de tráfico durante el año. Para expandir la muestra tomada se utiliza los factores de corrección estacional FCE. En este caso disponemos de series históricas de volumen de tráfico provenientes de los registros del cobro de peaje. El Factor de Corrección Estacional (FCE) adoptado, corresponde a los datos del año 2005, ya que este es el más cercano a nuestro año

cero 2,006, que sirve para eliminar las fluctuaciones del tráfico durante el resto del año.

El Índice Medio Diario Anual en este tramo es de 3,946 compuesto por 35.6% de vehículos ligeros, 11.7% de ómnibus y 52.7% de vehículos de transporte de carga.

Asimismo, en el siguiente cuadro se puede apreciar los IMDA por tipo de vehículo:

Cuadro 1.2.1
IMDA Año base (2006) Por tipo de vehículo

VEHÍCULO	COCRACHACRA-MATUCANA
AUTOS	739
PICK UP	362
CAMIONTAS RURALES	152
MICROS	152
BUS 2 EJES	318
BUS 3 EJES	142
CAMION 2 EJES CHICO	573
CAMION 2 EJES GRANDE	451
CAMION 3 EJES	395
CAMION 4 EJES	33
2S2	46
2S3	142
3S2	81
3S3	295
2T2	4
2T3	1
3T2	30
3T3	30
I.M.D.A.	3946

Las encuestas de origen y destino tienen como objetivo conocer las zonas generadoras y atractoras de los viajes, lo que a su vez permite determinar el área de influencia de la carretera, para el cálculo del PBI utilizado en la proyección del tráfico.

El origen y destino de los pasajeros serán utilizadas para determinar la población del área de influencia de la vía. El vehículo tipo, motivo de viaje, ocupabilidad, profesión e ingreso económico de los pasajeros, así como el tipo de carga y cantidad transportada, serán utilizadas en el estudio económico.

De los resultados de las encuestas anexadas se ha determinado:

- El área de influencia de la carretera comprende los departamentos de Lima, Junín, Huancavelica, Huanuco, Pasco y Ucayali.
- Los viajes en vehículos de transporte público de pasajeros en unidades pequeñas como camionetas rurales y micros son de corta distancia, unen localidades cercanas como Chosica con Matucana.
- Los viajes en ómnibus mayormente tienen origen y/o destino la ciudad de Lima; de los vehículos encuestados en la estación de Corcona el 55% realiza viajes entre las ciudades de Huancayo, Huancavelica y Lima, el 19% entre Huánuco, Cerro de Pasco, Pucallpa, Tingo María y Lima, el 15% efectúa servicio de transporte entre Tarma, las ciudades ubicadas en el valle de Chanchamayo, Satipo y Lima.
- En vehículos de cargas el 27% de los viajes registrados fueron entre Lima y las ciudades de Huancayo, Jauja, Huancavelica y Pampas, el 22% entre las zonas de Cerro de Pasco, Tingo María, Pucallpa, Huánuco y Lima y el 29% entre el valle de Chanchamayo, la zona de Satipo, Tarma y Lima.

El estudio de la **proyección del tráfico** tuvo una consideración importante sobre el Tráfico Futuro, generalmente compuesto por un *Tráfico Normal Existente*, con un crecimiento vegetativo, un *Tráfico Derivado o Desviado*, que puede ser atraído hacia o desde otra carretera como consecuencia generalmente por la reducción de los costos del transporte, y un *Tráfico Inducido o Generado*, que es el que no existía y aparece como efecto de la ejecución del proyecto, pero debido a que en la actualidad la carretera Central es la única que se encuentra a nivel de carpeta asfáltica y con condiciones Geométricas que permiten una velocidad directriz apreciable, se ha considerado como casi imperceptibles los aportes dados tanto por el Tráfico Inducido como por el Tráfico Derivado.

El tráfico normal es el que está utilizando la carretera en la actualidad y que tendrá un crecimiento vegetativo independiente de las mejoras a realizar, y que estará influenciado por el mayor o menor desarrollo de las actividades económicas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto y por el crecimiento de la población. De esta forma se ha calculado las tasas de crecimiento del tráfico sobre la base de las

variables socio económicas PBI y Población de los departamentos de Huancavelica, Lima, Junín, Pasco, Huanuco y Ucayali.

Sobre el PBI se ha obtenido una Tasa de crecimiento de 2.43%, el cual será considerado en los 10 primeros años de la proyección; para los siguientes 10 años estamos considerando el efecto que tendrá sobre la carretera la activación de la Carretera Interoceánica Centro con la tasa de 3.20%.

Se ha calculado la población de los departamentos involucrados, basándose en los datos censales del INEI, para los años 1993, 1995, 2000 y 2005¹. Para determinar las tasas de crecimiento de la población en el área de influencia del proyecto, se ha analizado la participación de la población en los viajes en vehículos de pasajeros sobre la base de los resultados de la encuesta de origen y destino de pasajeros, ponderando las tasas de crecimiento de la población de cada departamento, en función de la generación de viajes.

Del estudio tanto del PBI como de la Población, se ha determinado las siguientes tasas de crecimiento promedio anual y total:

Cuadro 1.2.2
Tasas de Crecimiento del Tráfico

PERIODO	Veh. Lig.	Camiones
2007-16	1.59%	2.43%
2016-26	1.59%	3.20%

¹ INEI, X Censo Nacional de Población y V Censo Nacional de Vivienda 2005 (Resultados Preliminares)

**Cuadro 1.2.3
Tráfico Total Projectado**

	2005 AÑO BASE	2006 CONS- TRUCCIÓN	2007 AÑO 1 DE OPERACION	2008 AÑO 2	2016 AÑO 10	2017 AÑO 11	2026 AÑO 20
DIRECCION: MATUCANA - COCACHACRA							
AUTOS	379	385	391	397	450	457	527
PICK UP	186	189	192	195	221	225	259
C.R.	77	78	79	80	91	92	106
MICROS	76	77	78	79	90	91	105
BUS 2 EJES	158	161	164	167	189	192	221
BUS 3 EJES	72	73	74	75	85	86	114
CAMION 2-L EJES	299	306	313	321	389	401	532
CAMION 2-P EJES	211	216	221	226	274	283	376
CAMION 3 EJES	190	195	200	205	248	256	340
CAMIONES 4 EJES	18	18	18	18	22	23	31
ARTICULADOS	303	310	318	326	395	408	542
TOTAL	1969	2008	2048	2089	2454	2514	3153
DIRECCION: COCACHACRA - MATUCANA							
AUTOS	360	366	372	378	429	436	503
PICK UP	176	179	182	185	210	213	245
C.R.	75	76	77	78	88	89	103
MICROS	76	77	78	79	90	91	105
BUS 2 EJES	160	163	166	169	192	195	225
BUS 3 EJES	70	71	72	73	83	84	112
CAMION 2-L EJES	274	281	288	295	357	368	489
CAMION 2-P EJES	240	246	252	258	313	323	429
CAMION 3 EJES	205	210	215	220	267	276	366
CAMIONES 4 EJES	15	15	15	15	18	19	25
ARTICULADOS	326	334	342	350	424	438	582
TOTAL	1977	2018	2059	2100	2471	2532	3184

Finalmente se calculó los **efectos destructivos** de las cargas transmitidas al pavimento por los vehículos pesados que circulan por la carretera.

Los factores destructivos del pavimento o ejes equivalentes a 8.2 toneladas se han determinado para un número estructural SN de 4 y una serviciabilidad final de 2.5. Con los factores destructivos del pavimento corregidos por presión de inflado de llantas, el IMDA y las tasas de crecimiento del tráfico se ha calculado la cantidad acumulada de ejes equivalentes (EAL).

El cálculo se ha efectuado para dos períodos. El primer período comprende el año de puesta en marcha del proyecto (2007) hasta el año 10 de vida útil (2016). El segundo período abarca los siguientes diez años del 2017 al 2026 para poder

compatibilizar los resultados con los obtenidos de la proyección de tráfico por la influencia de la futura construcción de la Carretera Interoceánica Centro.

Se observan diferencias entre los ejes equivalentes a 8.2 toneladas, acumulados en 10 y 20 años, según el sentido del tráfico. En la dirección La Oroya – Pte. Ricardo Palma la cantidad de EAL es mayor por que los camiones de más de 3 ejes viajan cargados con minerales provenientes de La Oroya y Cerro de Pasco, madera y frutas de Chanchamayo y Pucallpa. En cambio muchos de estos camiones realizan el viaje de regreso, es decir en la dirección Pte, Ricardo Palma – La Oroya, sin carga.

**Cuadro 1.2.4
Proyección del Número de Ejes Equivalentes**

Dirección	Ejes Equivalentes		
	10 años	10–20 años	20 años
Cocachacra - Matucana	6.5×10^6	8.05×10^6	15.1×10^6
Matucana – Cocachacra	11.2×10^6	14.08×10^6	26.3×10^6

1.3. DISEÑO GEOMÉTRICO

Las características técnicas fundamentales son las siguientes:

Inicio	:Km 61+000
Final	:Km 64+000
Longitud real (campo)	:2.986 Km (Trazo corregido).
Velocidad directriz	:65 Km/h.
Ancho de rodamiento	:7.20 m
Berma	:solo por sectores con ancho variable
Radio mínimo	:70 m (mínimo normal)
N° de curvas horizontales	:9 curvas (promedio 3 curvas/Km)
Cuneta triangular revestida	:1.00 m x 0.40 m
Cuneta rectangular revestida	:1.00 m x 0.40 m de prof.

Es por ello que las alternativas propuestas dirigen el trazo a mantener grandes longitudes de curvas, uso de curva de transición y longitudes de tramos en tangente no menores a la mínima establecida en las Normas Peruanas. Sin embargo estas mismas alternativas se ajustan en función a los costos que demandará su respectiva ejecución.

El diseño propuesto para el proyecto contempla el cambio del eje de la vía existentes en tres tramos donde, de acuerdo a la geología del estudio, no implica el corte para explanaciones sobre roca ígnea puramente.

I. El primer cambio del trazo se inicia en el Km. 60+911.87, correspondiente a un PC (Principio de Curva) existente en el que aprovechamos la tangente anterior a esta hasta hacerla converger, mediante una curva circular de amplio radio de giro y un tramo en tangente, con la curva circular en el Km. 61+237.31.

II. El segundo cambio del trazo se inicia en el Km. 62+328.85, también correspondiente a un PC existente en el que continuamos la tangente anterior incluyendo una curva circular de 452m de longitud hasta unirla al tramo en tangente existente sobre la progresiva Km.62+844.58

III. El último tramo modificado se inicia en el Km. 63+452.23, donde añadimos una curva circular de amplio radio seguida de un tramo en tangente con el fin de anular las cuatro últimas curvas horizontales con deficiencias en el trazo, dos en el mismo sentido seguidas inmediatamente de otras dos curvas de sentido inverso, y así darle un adecuado desarrollo hasta el Km.64+015.21.

Así se tienen los siguientes tramos modificados:

1. Km. 60+911.87 al 61+237.31	325.44m
2. Km. 62+328.85 al 62+844.58	515.73m
3. Km. 63+452.23 al 64+015.21	562.98m

Como se aprecia, el cambio se inicia antes del Km.61+000 y termina después del Km.64+000, por lo que debe quedar clara la importancia de un análisis integral incluyendo toda la carretera desde Matucana hasta Cocachacra a fin de lograr el objetivo establecido por el proyecto.

Del mismo modo, se ha modificado el trazo de 14 curvas horizontales originales a 9 curvas horizontales finales mejorando las condiciones del trazo en función a los radios de curvatura y longitudes de tangentes mínimos permitidos, iniciándose desde el Km. 60+911.87, principalmente en los lugares donde el talud permite cortarse por ser material conglomerado hasta el Km. 64+015.21. La zona de roca no se ha visto afectada debido a los altos cortes de talud de más de 10m que tendrían que ejecutarse entre las progresivas Km. 61+300 al Km. 62+330 y del Km. 62+840 al 63+340.

Se ha modificado la dirección de la curva N° 41 hacia la izquierda, y la curva N° 42 se ha reemplazado por un tramo en tangente de 112.84m (mínimo permitido: 83m) entre las dos curvas reversas generadas N° 41 y N° 43. Para ello se ha proyectado un muro de contención en la margen izquierda de la carretera.

Las curvas 48 y 49 han sido reemplazadas por una única curva horizontal de 480m de radio que se une a la curva N° 50 con un tramo en tangente de 85.20m (83m mín.) mejorándolo con respecto al trazo original.

La curva N° 51 se ha reemplazado por una de mayor radio (500m) para unirse a un tramo en tangente hasta el Km. 54+000, anulando las curvas existentes N° 52, 53 y 54 reversas entre sí cuyas longitudes de tangente y radios mínimos no cumplen la Norma Peruana.

Cuadro 1.3.1
Elementos de curvas y trazo. Proyecto con Vd=60KPH

Curva N°	Nota	Dirección D/I	Radio (m)	Observ.	Long. Curva (m)	Tangente L (m)	Observ.
			R	Rmin=105m	Lc	355.3525	
40	Nueva	Izq.	1,100.00		131.244	126.7451	
41	Existente	Der.	107.00	Requiere curva de transición.	53.582	94.4727	NO cumple la long. mínima requerida
42	Existente	Der.	125.00	Requiere curva de transición.	63.274	93.5900	NO cumple la long. mínima requerida
43	Existente	Der.	310.00		41.496	150.7874	
44	Existente	Izq.	145.00	Requiere curva de transición.	227.927	65.0175	NO cumple la long. mínima requerida
45	Existente	Der.	92.00	Menor al requerido	93.202	258.2810	
46	Nueva	Izq.	480.00		452.389	85.1987	
47	Existente	Der.	162.00	Requiere curva de transición.	276.193	259.4989	
48	Nueva	Izq.	500.00		210.191	654.2407	

La nueva longitud del tramo entre los Km. 61+000 al 64+000 se ha reducido en solo 13.29m, con lo que la variación de la pendiente de cada tramo modificado se ha visto ligeramente incrementada para no tener que modificar la pendiente de los tramos no mejorados.

Se ha tratado de seguir un alineamiento vertical similar o paralelo al trazo original de tal manera que los tramos modificados empalmen adecuadamente con los tramos no modificados.

1.4. ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Geológicamente, la finalidad del presente estudio es identificar y evaluar los principales problemas geodinámicos existentes en la carretera Cocachacra – Matucana y recomendar las medidas correctivas así como identificar los problemas de estabilidad de taludes y fenómenos de geodinámica externa averiguando su causa para diseñar las soluciones de defensa.

Para este fin, se realizó una visita de campo, en la que se evaluaron los aspectos más importantes, considerando los aspectos geomorfológicos, estratigráficos, estructurales y de geodinámica externa, relacionados directamente con su emplazamiento a lo largo de la margen izquierda del río Rímac. Encontrándose con lo siguiente:

- Depósito coluvial cuaternario, bloques de granodiorita tonalita englobado en una matriz de arena limosa con presencia de rocas feldespáticas (Ortosas, plagioclasas, y cuarzo), y en menor proporción elementos ferromagnesianos (biotita o mica negra y orblenda) estos últimos contienen bastante cantidad de fierro, por los que son los que oxidan con mayor facilidad.
- Taludes con fuertes pendientes de roca granítica.

Es importante señalar que es evidente la descomposición de material granítico, debido a la meteorización mecánica, que en este caso es el intemperismo esfenoïdal, que tiene como origen al cambio de temperatura y el clima semi-árido que con el paso de los años las rocas se oxidan y se descomponen.

De acuerdo a la visita hecha al campo, se distinguió lo siguiente:

Desde mucho antes del Km. 60+000 – 61+300, se nota que el material es de origen coluvial. Entre los Km 61+300 – 62+400, la carretera se desarrolla en el talud compuesto por riodacitas de fuerte inclinación, variable entre 50° y 70°. El afloramiento demuestra numerosas fracturas cerradas, semi-verticales, sin apertura. Los taludes, en general, presentan moderada estabilidad.

Entre los Km 62+400 y 62+820, cruza un flujo de escombros de origen coluvio-aluvial, cuya altura es de 40 m y de 35° de inclinación. En el talud superior se encuentra un afloramiento abrupto de rocas graníticas. El depósito coluvial descansa inestablemente.

En la sección comprendida entre los Km 62+820 y 63+700, se encuentra un talud de rocas graníticas de aproximadamente 30 m de altura y de 50° de pendiente. La litología está fuertemente meteorizada, presentándose una matriz arenosa y bloques. En general, este talud es estable. Del mismo modo, a partir del Km. 63+700 – 64+000, el material cambia nuevamente a uno coluvial.

Geotécnicamente, para efectos de diseño de los componentes de la estructura del pavimento es muy importante conocer “sobre qué” material estamos y “con qué” recursos contamos que puedan servir como componentes estructurales de nuestra carretera y que su comportamiento bajo las condiciones de diseño sea el óptimo.

Por estas razones es importante conocer las características mecánicas y químicas de los materiales de sub-rasante, componentes de la base, sub-base, pavimento propiamente dicho y el agua.

Para el cálculo del CBR del material de sub-rasante, en el campo se ha tomado una muestra, mediante una calicata en el borde de la carretera, -Calicata C1- Prog. 63+715-, esquemáticamente lo representamos en la Figura 1.4.1.

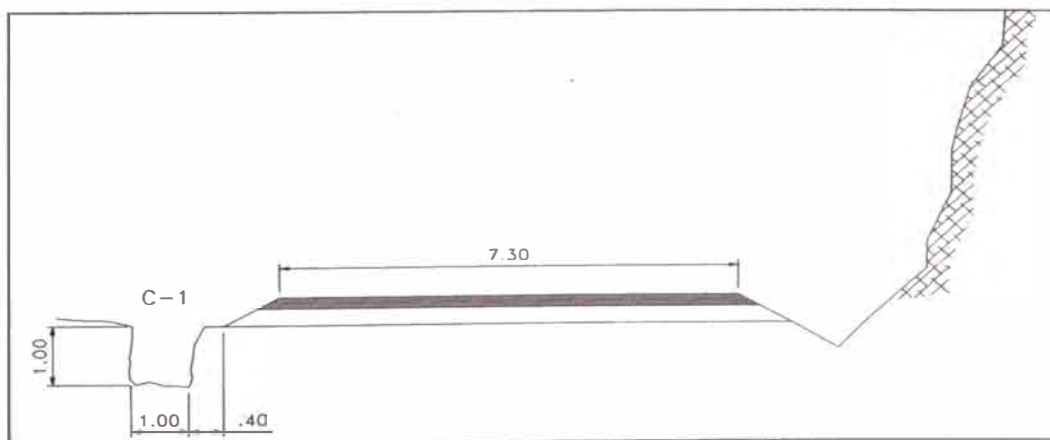


Figura 1.4.1
Esquema de Toma de calicata C-1, Prog. 63+715

Con los datos recolectados a lo largo de los tres kilómetros, se ha elaborado un perfil estratigráfico en base a la información dada por las calicatas de diseño

Seguidamente se calculó el CBR del tramo por el método del percentil.

Mr (psi) Ordenado	CBR (Mpa)	Valores >= Mr	% >=
40,647	48	1	46%
29,557	33	2	67%
27,256	30	3	73%
24,920	27	4	81%
20,937	22	5	100%

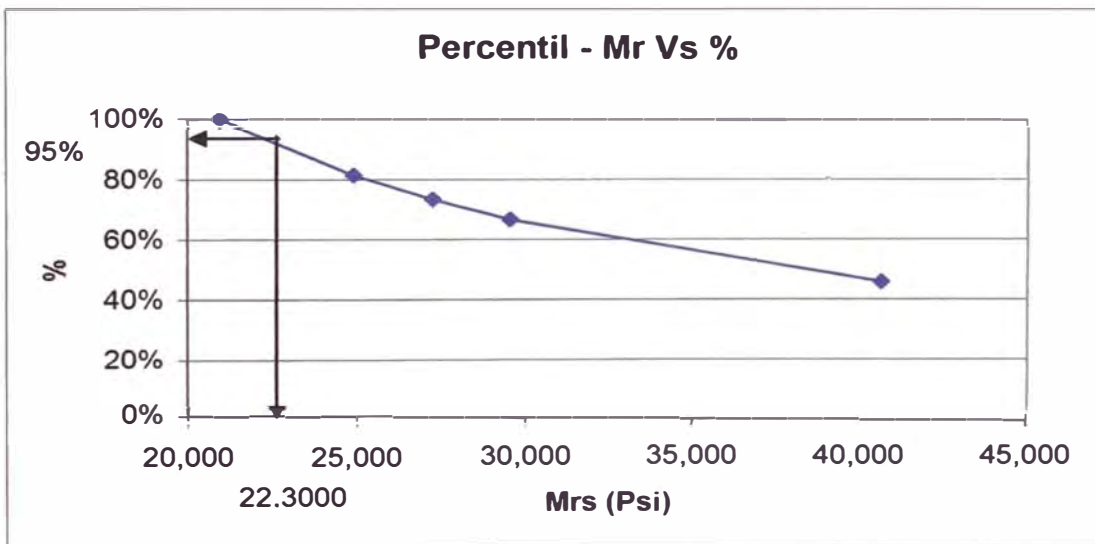


Figura N° 1.4.2
Cálculo del CBR por el método del percentil

Considerando la fórmula del Instituto de Aeronáutica de Brasil:

$$\text{CBR} = 0.0624(\text{Mr})^{1.176}$$

Donde: Mr (Psi)

Para CBR de 4 a 48%

Finalmente se obtiene un CBR de diseño de 24 Mpa, equivalente a un Mr de 22,300 Psi aproximadamente.

Respecto al material de canteras. Se han localizado canteras con el fin de obtener agregado y rocas para concreto y asfalto. Otro tipo de canteras es el de préstamo para el afirmado, material compuesto por arenas, arcillas y fragmentos de roca para su utilización en la sub-rasante y capa basal de la carretera.

Las arenas que se utilizan para la producción de morteros y hormigón no debe contener más de un 2 % de arcilla y deben estar limpias; por lo general deben ser bien seleccionadas y estar libres de cualquier tipo de contaminación orgánica. Estas arenas limpias que se producen por la descomposición de las rocas graníticas y granodioríticas, se pueden conseguir en el cauce del río Rímac, y de sus tributarios. Las gravas y sedimentos finos utilizables como relleno, pueden ser extraídos de los conos aluviales que rellenan las quebradas. Se tratará de utilizar las canteras ya explotadas para evitar la desestabilización de nuevos taludes.

La relación de canteras explotables en el Tramo 2 del proyecto se muestra en el cuadro siguiente:

**Cuadro 1.4.1
Disponibilidad de Canteras**

Cantera	Prog.	Lado	Acceso	Potencia (m ³)	Rend	Uso	Tratamiento
Esperanza	58+500	Izq.	800m	220,000	70%	Sub-base Base, Concreto Asfalto	Zarandeo Chancado
San Juan	69+860	Der.	700m	60,000	60%	Sub-base Base, Concreto Asfalto	Zarandeo Chancado
Huariquiña	71+800	Der.	200m	23,400	90%	Sub-base Base, Concreto Asfalto	Zarandeo Chancado

1.5. DISEÑO DE PAVIMENTOS

El método de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), versión 1993, establece que la estructura de un pavimento debe satisfacer un determinado Número Estructural, el cuál se calcula en función:

- El tráfico que transcurrirá por la vía, durante un determinado número de años (período de diseño);
- La resistencia del suelo que soportará al pavimento; y,
- Los niveles de serviciabilidad deseados para la vía, tanto al inicio como al final de su vida de servicio.

Adicionalmente, deben considerarse determinados parámetros estadísticos, que funcionan como factores de seguridad que garantizan que la solución obtenida cumple con un determinado nivel de confianza.

La expresión dada por AASHTO para el cálculo del número estructural (SN) del pavimento es:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Donde

- W18 : Número Total de Ejes Equivalentes, para el período de diseño.
 Pi : Serviciabilidad inicial.
 Pt : Serviciabilidad final.
 MR : Módulo de Resiliencia de la subrasante.
 Zr : Desviación Standard Normal
 So : Desviación Standard Total

Una vez determinado el Número Estructural requerido, la estructuración del pavimento se realiza por tanteos, asignando dimensiones a cada una de las capas consideradas, y, calculando en función a estas dimensiones y a la calidad de los

materiales empleados –expresada mediante un coeficiente estructural- los números estructurales parciales, los que sumados deben satisfacer el valor total requerido.

La expresión que relaciona el número estructural con los espesores de capa es:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_1 D_2 + a_3 m_2 D_3$$

Donde:

a_1 a_2 a_3	=	Coeficientes estructurales de los materiales
m_1 , m_2	=	Coeficientes de drenaje de materiales granulares
D_1 , D_2 , D_3	=	Espesores de las capas

PARÁMETROS DE DISEÑO

Módulo Resiliente (M_R).- Del Estudio Geotécnico se establece que para una confiabilidad del 95%, tenemos que el Módulo de Resiliencia de la Subrasante de: $M_R = 22,300.00$ psi

Tráfico.- Del estudio de Tráfico, se tienen los siguientes valores en Ejes Equivalentes para los diferentes periodos de análisis:

Cuadro 1.2.3
Tráfico total proyectado

Dirección	Ejes Equivalentes		
	10 AÑOS	10–20 AÑOS	20 AÑOS
Cocachacra - Matucana	6.5×10^6	8.05×10^6	15.1×10^6
Matucana – Cocachacra	11.2×10^6	14.08×10^6	26.3×10^6

Confiabilidad.- Para su determinación se empleó la Guía AASHTO (2.1.2 Traffic, Part II: Pavement Design Procedures for New Construction or Reconstruction). Se está tomando una confiabilidad de 95%, con el cual se obtiene una Standard Normal Deviate ($Z_R = -1,645$)

Desviación estándar total.- $S_0 = 0,45$

Serviciabilidad.-

Serviciabilidad Inicial (p_i)	=	4.2
Serviciabilidad Final (p_f)	=	3.0

Coefficientes estructurales de capas.- Basados en lo señalado en el ítem 2.3.5 Layer coefficients, de la Guía de Diseño AASHTO, los coeficientes estructurales de capa considerados para el cálculo del número estructural de diseño son los siguientes:

$a_1 = 0,44/\text{pulg.} \text{ ó } 0,17/\text{cm}$ (para carpeta asfáltica en caliente)

$a_2 = 0,133/\text{pulg.} \text{ ó } 0,052/\text{cm}$ (para agregados de CBR = 80%) y un Módulo Resiliente igual a 30 ksi.

$a_3 = 0,11/\text{pulg.} \text{ ó } 0,043/\text{cm}$ (para agregados de CBR = 40%) y un Módulo Resiliente igual a 15 ksi.

Coefficientes de drenaje.- Para la elección del Coeficiente de Drenaje (Valor de m_i recomendado para la modificación de coeficientes estructurales de base y subbase – AASHTO) se han tomado las siguientes consideraciones:

Exposición en agua de las estructuras de drenaje, entre 5 y 25%.

La condición de los sistemas de drenaje es Regular.

Por lo tanto se asume un Coeficiente de Drenaje $m_i = 0.90$

Diseño del Pavimento Para 20 Años.- Tomando en cuenta que el valor de SN obtenido debe ser distribuido en las diferentes capas que conformaran el Pavimento, los que obedecen a la calidad del material y su coeficiente de aporte estructural los que son castigados por el coeficiente de drenaje dependiendo de las propiedades drenantes del material. Los espesores son distribuidos de acuerdo a criterios mínimos que se presenta a continuación.

Cuadro 1.5.1
Espesores mínimos (en pulgadas)

RANGOS DE TRAFICO	CONCRETO ASFALTICO	ESPELOR DE BASE
Menos de 50000	1 (Tratamiento Superficial)	4
50001 – 150000	2.0	4
150001 – 500000	2.5	4
5000001 – 2000000	3.0	6
2000001 – 7000000	3.5	6
Mayor a 7000000	4.0	6

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, asumimos los siguientes espesores para poder diseñar el espesor de la capa de sub base:

Carpeta Asfáltica	10.0 cm (4")
Base Granular	23.0 cm (9")

Resultados. Los cálculos realizados se obtienen los siguientes espesores para el Pavimento, con una proyección de 20 años.

Carpeta Asfáltica	=	10.0 cm (4 pulg)
Base Granular	=	23.0 cm (9 pulg)
Base Granular	=	43.0 cm (17.03 pulg)

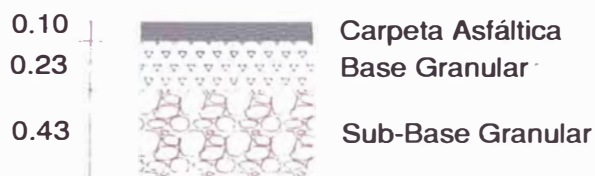


Figura 1.5.1
Esquema de espesores del pavimento proyectado

1.6. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

El estudio hidrológico e hidráulico consistió en estimar las descargas de los cursos indicados, a partir de un análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones meteorológicas especialmente seleccionadas.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- **Selección de las estaciones pluviométricas**

Las estaciones pluviométricas fueron seleccionadas de la cuenca del río Rímac, de la cuenca del río Mantaro y vecinas. Estas cuencas son las que están más próximas a la zona de estudio. Estas estaciones pluviométricas se

muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.6.1
Estaciones pluviométricas**

Estación	Cuenca	Altitud msnm	Latitud	Longitud
Santa Eulalia	Rímac	1050	11°54'	76°40'
Matucana	Rímac	2378	11°50'	76°23'
Autista	Rímac	2250	11°44'	76°37'
Carampoma	Rímac	3272	11°39'	76°31'
San José de Parac	Rímac	3800	11°48'	76°15'
Chaliña	Lurín	4050	11°56'	76°20'
Mina Colque	Rímac	4600	11°35'	76°29'
Milloc	Rímac	4400	11°34'	76°21'
Casapalca	Rímac	4191	11°37'	76°13'
San Cristóbal	Mantaro	4695	11°44'	76°03'
Morococha	Mantaro	4600	11°25'	76°20'
Pomacocha	Mantaro	4266	11°44'	76°08'
Marcapomacocha	Mantaro	4413	11°24'	76°20'

- **Recopilación de la información cartográfica y pluviométrica**

Se ha tomado la siguiente información cartográfica de la Carta Nacional:

Cuadro 1.6.2

Denominación	Hoja	Escala	Institución
Chosica	24j	1:100,000	IGN
Matucana	24k	1:100,000	IGN
Oroya	24l	1:100,000	IGN

- **Análisis de consistencia de la información.**

Para determinar cuál de las distribuciones se adapta mejor a la información histórica, se utilizaron los siguientes métodos: Método del error cuadrático mínimo, Test de Kolmogorov – Smirnov, Test de Chi – Cuadrado χ^2 .

De acuerdo a estos métodos la distribución Gumbel es la que mejor se ajusta a la información histórica.

- **Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno.**

Se determinó las precipitaciones máximas en 24 horas para 10 y 20 años de periodo de retorno, correspondiente a las cunetas y alcantarillas respectivamente.

Estas precipitaciones se determinaron por la distribución Gumbel. A continuación se muestran estas precipitaciones en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.6.3
Precipitaciones máximas en 24hrs**

Periodo Retorno	Matucana	Caram-poma	Autisha	Casapalca	San José de Parac	Mina Colque	Marcapoma cocha	Chalilla	Milloc
10	32.67	35.14	28.07	46.86	38.31	27.48	44.49	52.54	48.36
20	37.83	39.29	33.51	53.72	44.05	31.48	49.88	61.24	55.25

- **Trazo de mapas de Isoyetas**

El trazo de isoyetas se realizó de la siguiente forma: En el plano de la cuenca, donde se ubican las estaciones pluviométricas con sus respectivos valores de precipitación (precipitación máxima en 24 hs, para un período de retorno dado). Se realiza una interpolación lineal determinándose así los puntos de precipitación entera (50 mm, 60 mm, etc.). Uniendo estos puntos se tiene el trazo inicial de isoyetas. El trazo se realizó haciendo uso del software Autodesk Land 2006.

- **Cálculo de las descargas máximas en los sitios requeridos.**

Se determinó las descargas máximas mediante el método racional para cada subcuenca determina. Para esto se determinó las características fisiográficas para determinar el tiempo de concentración y el área de cada subcuenca. Para hallar la intensidad se considero la fórmula del Soil Conservation Service (SCS). Además se utilizo el método del IILA – SENAMHI – UNI para verificar las descargas máximas. Las descargas máximas para cunetas y alcantarillas se muestran en los siguientes cuadros:

**Cuadro 1.6.4
Descargas máximas en cunetas**

SUBCUENCA	CUNETA		AREA (Km2)	IILA-SENAMHI-UNI		SCS	
	DE	A		INTENSIDAD (mm/hr)	CAUDAL (m3/seg)	INTENSIDAD (mm/hr)	CAUDAL (m3/seg)
S_C 1	61+490	61+140	0.13	19.66	0.31	19.49	0.31
S_C 2	61+800	61+490	0.09	21.37	0.22	24.13	0.25
S_C 3	62+113	61+800	0.53	16.64	1.03	14.50	0.90
S_C 4	62+525	62+113	0.41	18.19	0.88	17.07	0.83
S_C 5	62+776	62+525	0.19	18.67	0.41	18.07	0.40
S_C 6	63+107	62+776	0.08	20.60	0.19	22.47	0.21
S_C 7	63+321	63+107	0.09	19.77	0.21	20.50	0.22
S_C 8	63+640	63+321	0.32	16.27	0.61	14.31	0.53
S_C 9	63+800	63+640	0.80	15.44	1.44	13.33	1.24
S_C 10	64+000	63+800	0.17	16.60	0.33	14.96	0.30

Cuadro 1.6.7
Proyección de obras de drenaje - Alcantarillas

SUBCUENCA	ALCANTARILLA	DIAMETRO	CAUDAL MAX M3/S	CAUDAL M3/S	CONCLUSION
S_C 1	61+140	36	1.13	0.39	OK
S_C 2	61+490	36	1.13	0.31	OK
S_C 3	61+800	48	2.35	1.11	OK
S_C 4	62+113	48	2.35	1.02	OK
S_C 5	62+525	36	1.13	0.49	OK
S_C 6	62+776	36	1.13	0.26	OK
S_C 7	63+107	36	1.13	0.27	OK
S_C 8	63+321	36	1.13	0.66	OK
S_C 9	63+640	36	1.13	1.55	CAMBIAR
S_C 10	63+800	36	1.13	0.38	OK

- Se proyecta una nueva alcantarilla en el km 61+140 TMC de 36", ubicado en un tramo de la primera variante.
- Se proyecta una nueva alcantarilla en la progresiva 62+525 TMC 36"
- Se alarga la alcantarillas 62+776 TMC 36", debido a que el trazo esta metido hacia el cerro.
- Se reemplaza la alcantarilla 63+640 por una TMC de 48" con su respectivo alargamiento.
- Se proyecta una nueva alcantarilla en el km 63+800 TMC 36"

1.7. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

La propuesta para el mejoramiento del trazo existente de la carretera dentro del tramo en evaluación requiere de una adecuada complementación de la señalización en las condiciones actuales y sobre el nuevo trazo de la vía propuesta.

Se ha encontrado durante la inspección de campo, algunas deficiencias como, incompatibilidad de la señalización horizontal (marcas permanentes sobre el pavimento) con respecto a lo indicado en los planos del proyecto anterior.

Así, se registraron dos señales que no guardaban la distancia máxima requerida entre el borde del pavimento la señal respectiva. Una señal preventiva que se encontraba en mal estado, dando alerta de la necesidad del mantenimiento inmediato sobre esta. La señalización horizontal permitía, sobre algunas curvas, el paso de adelanto en zonas de poca visibilidad.

Medidas de Seguridad Propuestas.- La primera medida de seguridad propuesta consiste en mitigar la falta de visibilidad en las curvas horizontales, consiste en indicar con señales de reglamentación las zonas de "NO ADELANTAR", además de lo que se pueda restringir con la señalización horizontal.

Al menos se deben colocar dos señales antes de ingresar a las curvas 44 y 47 de la vía existente. Contra lo observado en la progresiva km. 63+800 donde existe una zona de huaycos, se propone simplemente señalizarlo con una señal preventiva de zona de huaycos en temporada lluvias a modo de advertir al conductor que no se detenga en el tramo en peligro.

Tanto la señalización vertical como la horizontal deben responder a un mismo concepto de seguridad vial, por el que deberá corregirse esta última en algunos sectores de la vía, principalmente al ingreso y a la salida de las curvas con poca distancia de visibilidad.

1.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se efectúa para determinar la factibilidad, en términos sociales, de llevar a cabo el proyecto, lo que se define en razón a los beneficios estimados frente al costo de las obras a realizar y los costos recurrentes de mantenimiento rutinario y las políticas de mantenimiento periódicas consideradas.

En la evaluación económica del Proyecto, se aplicará el Método del Excedente Social, analizando los ahorros en costos de operación de los vehículos que utilizan la carretera, evaluación que se fundamenta en el alto tráfico que soporta la vía y otros beneficios, como añadidos. A parte del tráfico normal, no se ha considerado tráfico generado ni tráfico desviado atraído hacia la carretera del proyecto, atendiendo a los estudios de tráfico realizados; asimismo, no se ha considerado el que se desviaría hacia la carretera Lima - Canta - Unish por no asegurarse su respectiva rehabilitación.

Este análisis permitirá, además, establecer el rendimiento del proyecto a través del confort de la solución técnica asociada a las políticas de mantenimiento que se aplique. En el desarrollo del estudio, se ha considerado los costos de inversión y mantenimiento, en relación a los presupuestos alcanzados por los especialistas de ingeniería. Los costos para su tratamiento en esta parte del estudio, han tenido que ser diferenciados en costos de mano de obra, en función a su costo de oportunidad en el mercado y costos en materiales y equipos de acuerdo a que se traten de bienes importados o de fabricación nacional; para luego ser convertidos a precios de eficiencia, en razón a que los precios de mercado en los países en desarrollo presentan distorsiones en su estructura, al aplicárseles obligaciones que permitan al Estado cubrir ciertos compromisos sociales, pero que no son compatibles con la razón del bien.

Año de inicio de construcción	2006
Año de la inversión	2006
Año de puesta en servicio del tramo	2007
Horizonte del proyecto	20 años
Tasa de descuento	14%
Indicadores de evaluación	Tasa Interna de Retorno (TIR) Valor Presente Neto (VAN) Relación Beneficio /Costo (B/C)

En lo que respecta a los costos de mantenimiento, se han asumido costos de mantenimiento periódico y rutinario, con un refuerzo a los diez años y en razón al comportamiento y características técnicas de ingeniería.

Para establecer el Flujo de Costos y Beneficios del Proyecto se estimaron los costos de inversión y mantenimiento, seguidamente se calcularon los beneficios por costos de operación vehicular de los usuarios, restando los costos de operación de los vehículos en la situación "con proyecto" de los costos de operación de los vehículos "sin proyecto".

Los costos de la inversión y del mantenimiento se calculan llevando los presupuestos calculados para cada uno de ellos a precios económicos o precios sociales. Estos precios económicos o de eficiencia se estiman deduciendo a los precios financieros o de mercado las transferencias al Sector Público, tales como: impuestos, aranceles de aduana y otros derechos. Solo de esta forma es posible compararlo con el beneficio social dentro de la evaluación económica.

Cuadro 1.8.1
Factores de Ajuste de la Obras de Construcción de costos
de Mercado a costos Económicos

INSUMOS	Material y Equipo nacional	Material y Equipo importado	Mano de obra calificada	Mano de obra no calificada
Aranceles (%)		15%		
IGV (%)	19%	19%		
Costo de Oportunidad			1	0.6
FACTOR	0.85	0.74	1	0.6

Para la situación sin proyecto se considera un mantenimiento rutinario incluido el bacheo, que se considera que se va a realizar esta tarea a un 7% de la superficie total. Rehabilitada la carretera, se aplicará la política de mantenimiento, consistente en efectuar un mantenimiento rutinario durante los 20 años del horizonte del proyecto. Considera bacheo del 6% de la superficie total, cuando estos se produzcan; sello de 10 mm. de espesor cada cinco años y un refuerzo de 5 mm al décimo año.

Cuadro 1.8.2
Ricardo Palma – La Oroya, Tramo: Cocachacra - Matucana
Costos Financieros de Mantenimiento

Concepto	Unidad	Total US\$	M. Obra Calificada	M. Obra No Calificada	Mat y Eq. Nacional	Mat y Eq. Importado
Bacheo	\$/m ²	8.62	2.32	0.89	3.32	2.10
Sello	\$/m ²	0.86	0.23	0.09	0.33	0.21
Refuerzo	\$/m ²	2.95	0.79	0.30	1.13	0.73
M. Rutinario	\$/km-año	1678.79	451.34	172.33	645.22	409.90

Fuente: Estudios de Ingeniería - CESEL

Los costos de la operación vehicular se calcularon proyectando el tráfico para el periodo de vida del proyecto de acuerdo al estudio de tráfico presentado en los estudios de ingeniería, castigados por el costo en el que incurre cada tipo de vehículo por circular a través de la vía dentro las condiciones existentes o futuras de la misma. La diferencia entre la situación “con proyecto” y a situación “sin proyecto” nos da como resultado el beneficio que un usuarios obtiene por la ejecución del proyecto. Esto es lo que llamamos “Método del excedente social”

Cuadro 1.8.3
Costos de Operación Vehicular
\$/Veh-Km a Precios Económicos

TIPO DE VEHICULO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
AUTO	0.27	0.26
UTILITARIO	0.49	0.48
BUS	1.04	1.01
CAMIONES 2EJES L	1.24	1.16
CAMIONES 2EJES M	1.24	1.16
CAMIONES 3EJES P	1.68	1.60
CAMIONES 4EJES P	1.68	1.60
CAMION ARTICULA	2.13	2.05

Fuente: Costos Modulares de Operación Vehicular – COV

Los resultados de la evaluación, se obtienen al comparar los flujos de costos de la situación “sin proyecto” con los flujos de costos de la situación “con proyecto”. Dentro del segundo, se incluyen los costos de la inversión y por diferencia se obtiene el flujo de beneficios netos que permitirá conocer el grado de rentabilidad del proyecto, medido mediante el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La evaluación económica y el análisis de sensibilidad, nos muestran que el proyecto de rehabilitación del tramo 2 Cocachacra – Matucana km 61+000 al 64+000, es altamente rentable, en la alternativa propuesta con **TIR: 23%**; **VAN: 14.91 millones de soles.**

1.9. IMPACTO AMBIENTAL

El objetivo primordial del Estudio de Impacto Ambiental es identificar, predecir, interpretar y comunicar los probables problemas ambientales que se originarían en las etapas de planificación, construcción (rehabilitación) y operación de esta vía, a fin de implementar las medidas de mitigación que eviten, rechacen y/o minimicen los impactos ambientales negativos; y en el caso de los impactos positivos, implementar las medidas que refuercen los beneficios generados por la ejecución de este proyecto.

Los Objetivos Específicos.

- Realizar el Estudio de la Línea Base Ambiental para determinar la situación actual de los componentes ambientales (físicos, biológicos y socioeconómicos) en el área de influencia del tramo estudiado.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales directos e indirectos que se puedan presentar en la etapa actual del estudio, recomendando medidas ambientales específicas a cada problema ambiental identificado, a fin de que puedan ser consideradas en el futuro.
- Elaborar el Plan de Manejo Ambiental, recomendando las medidas de mitigación ambiental para reducir y/o evitar los impactos ambientales perjudiciales al medio ambiente y al bienestar del hombre.

La Metodología.

Para ejecutar el presente Estudio de Impacto Ambiental se planteó una metodología multidisciplinaria e interdisciplinaria. En ese sentido, el EIA comprende la realización de las siguientes actividades:

a) Trabajo Preliminar.

Consiste en la recopilación, procesamiento, evaluación y análisis de la información básica y temática preliminar, de estudios existentes relacionados con el ámbito de influencia de la Carretera Héroes de la Breña: Tramo Cocachacra - Matucana.

b) Trabajo de campo.

Las principales actividades realizadas en el trabajo de campo, fueron las siguientes:

- Reconocimiento del área de influencia del tramo vial, para la evaluación multidisciplinaria de las unidades ambientales.
- Reconocimiento sobre el trazo del tramo en estudio, los principales problemas existentes vinculados a estabilidad de taludes, obstrucción del derecho de vía, anegamiento, mal drenaje y alcantarillado existentes, entre otros; así como los problemas propios de conflictos en el uso de la tierra para la agricultura y la infraestructura propuesta.
- Observaciones específicas de los trabajos de rehabilitación, a fin de coordinar y discutir la solución de problemas ambientales que podrían presentarse en la construcción y operación del proyecto vial.
- Recopilación de información complementaria sobre educación, salud, agricultura, minería, industria y otras actividades económicas, etc., en diversas instituciones públicas de la zona.

c) Fase final de gabinete.

La etapa de gabinete comprende principalmente el procesamiento, análisis y evaluación de la información obtenida en el campo que incluye las tareas de elaboración de los informes y preparación de los mapas temáticos. En esta etapa, se discuten las interrelaciones que se establecerán entre la ejecución y operación del tramo carretero en su relación con el medio ambiente, definiéndose la descripción de los componentes ambientales en toda su amplitud, sobre la base de la información de campo obtenida y de la

interpretación global. Posteriormente, en base al cabal conocimiento del proyecto vial y a la aplicación de las correspondientes metodologías de evaluación de impactos ambientales se procede a la preparación del informe Final.

CAPITULO II “TRAZO Y DISEÑO VIAL”

El diseño de una vía se basa en diversos estándares y controles que a su vez dependen de:

- La clasificación funcional de la carretera que se está diseñando.
- El volumen esperado de tránsito y la composición vehicular.
- La velocidad de diseño.
- La topografía del área en la cual se va a ubicar la carretera.
- El nivel de servicio que va a suministrar.
- El presupuesto disponible.
- La seguridad.
- Los factores sociales y ambientales.

Teniendo en cuenta que queremos determinar la influencia que tiene la velocidad directriz sobre la evaluación económica del proyecto debemos indicar la importancia que toma la velocidad dentro de la concepción del diseño. En resumen, la *velocidad directriz* depende de la clasificación funcional de la carretera, y ésta a su vez depende del volumen de tránsito esperado. También la velocidad de diseño depende de la orografía, especialmente cuando se dispone de un presupuesto limitado.

¿Por qué incrementar la velocidad directriz?

Por la importancia funcional de la carretera

La carretera “Héroes de la Breña” o más conocida como la Carretera Central, la más importante del centro del Perú, cubre la mayor relación comercial y minera entre la capital del Perú y las principales ciudades de la sierra central; relación comercial que es el principal factor de desarrollo económico del país.

El incremento de la velocidad directriz de la carretera permitiría agilizar la relación económica entre estas áreas geográficas facilitando el desarrollo en general.

Por los límites máximos permitidos de velocidad y seguridad

Las características actuales de la Carretera Central con IMDA proyectados en 4,026 veh/día para el año 2006 y en más de 6,000 veh/día para el año 2026, así como el hecho de ser una vía de una sola calzada con dos carriles y con control parcial de accesos, nos hace pensar que su diseño ya ha excedido las expectativas para las que ha sido construida.

De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001, Capítulo 1 Sección 102, tenemos las siguientes definiciones:

“102.2 Carreteras Duales o Multicarril: De **IMDA mayor de 4000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles; con control parcial de accesos**. Se le denominará con la sigla MC (Multicarril)”

“102.3 Carreteras de 1ra Clase: Son aquellas con un IMDA entre 4000-2001 veh/día **de una calzada de dos carriles (DC)**”

Estas definiciones nos indican que si bien estamos hablando que la Carretera Central tiene las condiciones de tráfico (IMDA mayor de 4,000 veh/día) aplicables a una Carretera Dual o Multicarril, esta ha sido construida con las características de diseño de una Carretera de 1ra Clase (una calzada de dos carriles). Por otro lado no deberá corresponderle el título 102.3 descrito al exceder sobre este el IMDA indicado.

Ahora que ya está claro que a partir de este año en adelante la Carretera Central, incluyendo el tramo “Matucana – Cocachacra” deberá comportarse como una carretera MC en función a su IMDA, y al tener una orografía básicamente accidentada dentro del proyecto (tipo 3), tendríamos que la velocidad de diseño de 60km/hr aplicada al proyecto es la mínima con respecto al rango prevista para ella. Esta

velocidad de diseño podría en todo caso incrementarse hasta los 80km/hr, e inclusive superior para algunos tramos que podríamos calificar como tipo 3.

Selección de la velocidad directriz en función del IMD y la Orografía NORMAS MTC-DG 2001 TABLA 101.01

CLASE		SUPERIOR								PRIMERA CLASE			
IMDA: VEH/DIA		> 4000											
TIPO DE VIA		AP				MC				DC			
OROGRAFIA		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DIRECTRIZ EN KI/HORA	30												
	40												
	50												
	60												
	70												
	80												
	90												
	100												
	110												
	120												
	130												
	140												
	150												

AP: AUTOPISTAS

MC: CARRETERA MULTICARRIL O DUAL (DOS CALZADAS)

DC: CARRETERA DE DOS CARRILES

Más aún, la Carretera Central, incluyendo el tramo en estudio Matucana-Cocachacra, podría rehabilitarse hasta que se tenga una carretera con dos calzadas separadas, cada una con al menos dos carriles. Ello provocaría un análisis más exhaustivo no detallado en este informe.

Para disminuir los tiempos de viaje

La distancia promedio de viaje en la vía es otro factor que debe considerarse al seleccionar la velocidad de diseño; así una carretera con viajes promedio más largos deben diseñarse para velocidades más altas.

Si bien es cierto que un automóvil es capaz de alcanzar velocidades mayores a 100 km/hr dentro de una carretera con orografía accidentada, el volumen de vehículos que este demanda para el proyecto (7.5%) no refleja una necesidad para incrementar la velocidad de diseño a priori. Si tomamos en cuenta que la mayor cantidad de vehículos que circulan por la vía son camiones articulados (30.9%), camiones ligeros de dos ejes (16.4%), camiones medianos de dos ejes (12.9%) y camiones de tres ejes (15.4%) (Ver el Estudio de Tráfico), y considerando que las encuestas de origen y

destino indican que estos vehículos se movilizan principalmente entre la ciudad de Lima y las ciudades de Jauja, Tarma, Huancayo, Huancavelica, Cerro de Pasco, Tingo María, Pucallpa, Chanchamayo y Satipo, cuya distancia de viaje varía entre 120 y 150km, la necesidad de disminuir los tiempos de viaje, que equivale a mejorar las condiciones para incrementar la velocidad directriz de la carretera, se transforma en un factor sumamente importante de estudio.

Restricciones y consideraciones importantes

También existen otros factores importantes, no analizados en el presente estudio, que decidirán si es necesario incrementar la velocidad directriz de la carretera hasta el límite del diseño permitido.

La potencia que los camiones modernos puedan desarrollar para alcanzar mayores velocidades promedio mientras viajan con la carga máxima permitida, en las condiciones orográficas existentes y otros factores que influyen en su desempeño como la pendiente a la que deben ascender hacia las ciudades de la sierra central, la altura sobre el nivel del mar y las bajas temperaturas que merman el rendimiento del motor y consecuentemente a la del vehículo, son determinantes cuando se trata de proyectar los beneficios de incrementar la velocidad de diseño. Por ejemplo, no deberá diseñarse una carretera con una velocidad directriz de 100km/hr donde el vehículo de diseño no alcance, por sus características técnicas, más de 80km/hr dentro de un tramo de 20km a 2,000msnm con una pendiente media de ascenso de 3%. De esta forma la tecnología se transforma en un componente de decisión sobre las necesidades del proyecto.

El hecho de incrementar la velocidad directriz de la carretera también traerá consigo que la distancia total recorrida disminuya y aumente proporcionalmente la pendiente media de viaje. Esto se debe a que la geometría del trazo esperado con curvas horizontales más largas así como el incremento de los radios de curvatura generarán en cada kilómetro una reducción de la distancia efectiva del trazo. Luego, para alcanzar la misma diferencia de cotas entre las que se desarrollaba originalmente la vía, deberemos incrementar la pendiente teniendo en cuenta que esta pertenece a un desarrollo entre la costa peruana desde los 500msnm hacia la sierra central que

pasa a través de la ciudad de Ticlio a una altura de 4,500msnm cuya pendiente de ascenso deberá mantenerse; y aunque la compensación no deba hacerse en cada kilómetro, el promedio sí deberá compensarse de modo de lograr alcanzar la altitud de cada localidad que existe a lo largo de la misma.

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZO Y DISEÑO VIAL DEL PROYECTO

Siguiendo los lineamientos propuestos por la Norma de Diseño Geométrico DG-2001 hemos seleccionado un ancho de calzada de 7.2m, 3.6m en cada carril con un bombeo del 2% de acuerdo a las características orográficas y pluviométricas del lugar en estudio (rural tipo 4), que mantienen las características actuales de la vía.

El proyecto se ha desarrollado siguiendo el concepto de una carretera de Primer Orden con una velocidad de 60km/h, la misma que es la que ha definido la geometría de diseño, aún cuando se restringe la disminución a 50km/h en algunos sectores críticos donde las características geográficas y geológicas no permiten mejorar esta condición a menos que se incluya una variante que la modifique con el consecuente incremento del costo de inversión del proyecto.

De acuerdo al *Manual de Diseño Geométrico DG-2001, Capítulo 4, Sección 402*, a la velocidad directriz de **60KPH** se tiene los siguientes parámetros de diseño a tener en cuenta:

- d) Las longitudes de tramos en tangente (L) en curvas inversas (Ls) y en curvas en el mismo sentido (Lo) se tiene lo siguiente (tabla 402.01 DG-2001):

$$L_s (\text{min}) = 1.39 \times V_d = 83\text{m}$$

$$L_o (\text{min}) = 2.78 \times V_d = 167\text{m}$$

$$L (\text{max}) = 16.70 \times V_d = 1,002\text{m}$$

- e) De la tabla 402.02 y 402.01g (DG-2001):

$$\text{Radio mínimo} \quad 105\text{m}$$

$$\text{Peralte máximo} \quad 12\%$$

- f) Además, la Longitud de Curva mínima está dada por: $L_c > 30 (10 - D)$, donde D es el ángulo de deflexión y $D < 5^\circ$.

El proyecto ha modificado el trazo de 14 curvas horizontales originales a 9 curvas horizontales finales mejorando las condiciones del trazo en función a los radios de curvatura y longitudes de tangentes mínimos permitidos, iniciándose desde el Km. 60+911.87, principalmente en los lugares donde el talud permite cortarse por ser material conglomerado hasta el Km. 64+015.21. La zona de roca no se ha visto afectada debido a los altos cortes de talud de más de 10m que tendrían que ejecutarse entre las progresivas Km. 61+300 al Km. 62+330 y del Km. 62+840 al 63+340.

Se tienen así identificadas las zonas mejoradas (en total 1,404.15m) y las que no han sido alteradas:

- | | | | |
|---|--------------------------------|------------|----------------|
| - | Km. 60+911.87 al Km. 61+237.31 | 325.44 m | Tramo mejorado |
| - | Km. 61+237.31 al Km. 62+328.85 | 1,091.54 m | |
| - | Km. 62+328.85 al Km. 62+844.58 | 515.73 m | Tramo mejorado |
| - | Km. 62+844.58 al Km. 63+452.23 | 607.65 m | |
| - | Km. 63+452.23 al Km. 64+015.21 | 562.98 m | Tramo mejorado |

Las características principales del nuevo proyecto se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.1.1
Elementos de curvas y trazo. $V_d=60\text{KPH}$

Curva N°	Nota	Dirección D/I	Radio (m)	Observ.	Long. Curva (m)	Tangente L (m)	Observ.
			R	Rmin=105m	Lc		
40	Nueva	Izq.	1,100.00		131.244	355.3525	
						126.7451	
41	Existente	Der.	107.00	Requiere curva de transición.	53.582		
42	Existente	Der.	125.00	Requiere curva de transición.	63.274	94.4727	NO cumple la long. mínima requerida
43	Existente	Der.	310.00		41.496	93.5900	NO cumple la long. mínima requerida
						150.7874	
44	Existente	Izq.	145.00	Requiere curva de transición.	227.927		
45	Existente	Der.	92.00	Menor al requerido	93.202	65.0175	NO cumple la long. mínima requerida
						258.2810	
46	Nueva	Izq.	480.00		452.389		
						85.1987	
47	Existente	Der.	162.00	Requiere curva de transición.	276.193		
						259.4989	
48	Nueva	Izq.	500.00		210.191		
						654.2407	

Aún la curva N° 45 no cumple la longitud de radio mínimo y tres tramos en tangente tampoco cumplen lo mínimo propuesto en las Normas Peruanas, esto debido a que no se ha mejorado el trazo con respecto al proyecto existente debido a que, como ya se mencionó anteriormente, el corte en roca de los altos taludes adyacentes incrementaría de manera importante el presupuesto previsto. Sin embargo, como ya se mencionó en el estudio de Trazo y diseño vial, la velocidad a la que debería transitar un vehículo dentro de esta curva de radio igual a 92m será de 56KPH; velocidad no muy lejana a la del diseño pero que deberá ser adecuadamente señalizada para no exceder la mínima requerida para una adecuada circulación.

La nueva longitud del tramo entre los Km. 61+000 al 64+000 se ha reducido en solo 13.29m, con lo que la variación de la pendiente de cada tramo modificado se ha visto ligeramente incrementada para no tener que modificar la pendiente de los tramos no mejorados.

Se ha tratado de seguir un alineamiento vertical similar o paralelo al trazo original de tal manera que los tramos modificados empalmen adecuadamente con los tramos no modificados. De esta forma se tendrán un total de 3 curvas verticales nuevas en los tramos con la variante propuesta.

2.2. DISEÑO ÓPTIMO DEL TRAZO Y DISEÑO VIAL.

El diseño al que podemos llamar óptimo es el que cumple todos los requisitos para que un automóvil pueda viajar cómodamente en la vía sin que los efectos propios del trazo, en planta y en perfil, lo afecte.

Como se pretende mejorar las condiciones de transitabilidad de la carretera en cuanto al trazo se refiere, evaluaremos un diseño específico para la velocidad directrices de 80KPH, sin llegar a alcanzar la máxima de 100KPH para este tipo de carreteras, tal como lo indicado en el prefacio de este capítulo.

En términos generales, consideramos que el cambio del trazo no genera alteraciones significativas con respecto a la pendiente del mismo a lo largo del eje de la vía dado que cualquier incremento por la reducción de la longitud del diseño puede ser compensado con el aumento del radio de una curva o inclusive con el incremento de una pendiente en un nuevo tramo sin necesidad de exceder los límites permitidos por la norma, teniendo en cuenta que se tiene un promedio de ascenso de 55m/km. (5.5%).

La misma norma indica claramente que “el proyectista procurará utilizar las menores pendientes compatibles con la topografía en que se emplaza el trazado. Carreteras con un alto volumen de tránsito justifican económicamente el uso de pendientes moderadas, pues el ahorro en costos de operación y la mayor capacidad de la vía compensan los mayores costos de construcción” al cual estamos añadiendo una mejora en la capacidad del parque automotor proveniente del incremento de la potencia para los nuevos camiones, principales usuarios de la vía.

Siguiendo los lineamientos propuestos por la Norma de Diseño Geométrico DG-2001 hemos mantenido para todos los casos un ancho de calzada de 7.2m, 3.6m en cada carril con un bombeo del 2% de acuerdo a las características orográficas y pluviométricas del lugar en estudio (rural tipo 4), que mantiene las características actuales de la vía.

Diseño para una Velocidad Directriz de 80 Km/hr

De acuerdo al *Manual de Diseño Geométrico DG-2001, Capítulo 4, Sección 402*, a la velocidad directriz de **80KPH** se tiene los siguientes parámetros de diseño a tener en cuenta:

- i) Las longitudes de tramos en tangente (L) en curvas inversas (Ls) y en curvas en el mismo sentido (Lo) se tiene lo siguiente (tabla 402.01 DG-2001):

$$L_s (\text{min}) = 1.39 \times V_d = 111\text{m}$$

$$L_o (\text{min}) = 2.78 \times V_d = 222\text{m}$$

$$L (\text{max}) = 16.70 \times V_d = 1,336\text{m}$$

- ii) De la tabla 402.02 y 401G (DG-2001):

Radio mínimo	195m
--------------	------

Peralte máximo	12%
----------------	-----

- iii) Además, la Longitud de Curva mínima está dada por: $L_c > 30 (10 - D)$, donde D es el ángulo de deflexión y $D < 5^\circ$.

Cuadro 2.2.1
Evaluación de Elementos de curvas y trazo para $V_d=80\text{KPH}$

Curva N°	Nota	Dirección D/I	Radio (m)	Observ.	Long. Curva (m)	Tangente L (m)	Observ.
			R	Rmin=195m	Lc	355.3525	
40	Nueva	Izq.	1,100.00		131.244		
41	Existente	Der.	107.00	Requiere curva de transición.	53.582	126.7451	
42	Existente	Der.	125.00	Requiere curva de transición.	63.274	94.4727	NO cumple la long. mínima requerida
43	Existente	Der.	310.00		41.496	93.5900	NO cumple la long. mínima requerida
44	Existente	Izq.	145.00	Requiere curva de transición.	227.927	150.7874	
45	Existente	Der.	92.00	Menor al requerido	93.202	65.0175	NO cumple la long. mínima requerida
46	Nueva	Izq.	480.00		452.389	258.2810	
47	Existente	Der.	162.00	Requiere curva de transición.	276.193	85.1987	NO cumple la long. mínima requerida
48	Nueva	Izq.	500.00		210.191	259.4989	
						654.2407	

Aparecen, con respecto al diseño del proyecto con Velocidad directriz de 60KPH., 3 curvas más con radio menor al normado así como una longitud de tangente entre curvas reversas que no cumplen con el mínimo indicado por la DG-2001.

A partir de estas observaciones, se procedió a realizar el nuevo trazo en planta para la velocidad directriz a 80KPH encontrándose lo siguiente:

- 1) Se anularon las curvas #41, #42 y #43 con una única curva de 330m de radio con la cual se espera también prescindir de los tramos en tangente cuya longitud mínima no cumple con la especificada.
- 2) La curva #44 se deshabilitará hasta después de la curva #45, incluyéndose un túnel que unirá este tramo desde el Km.

61+734.53 hasta el Km. 62+258 con una longitud de 508.66m acortando 17m de longitud de vía.

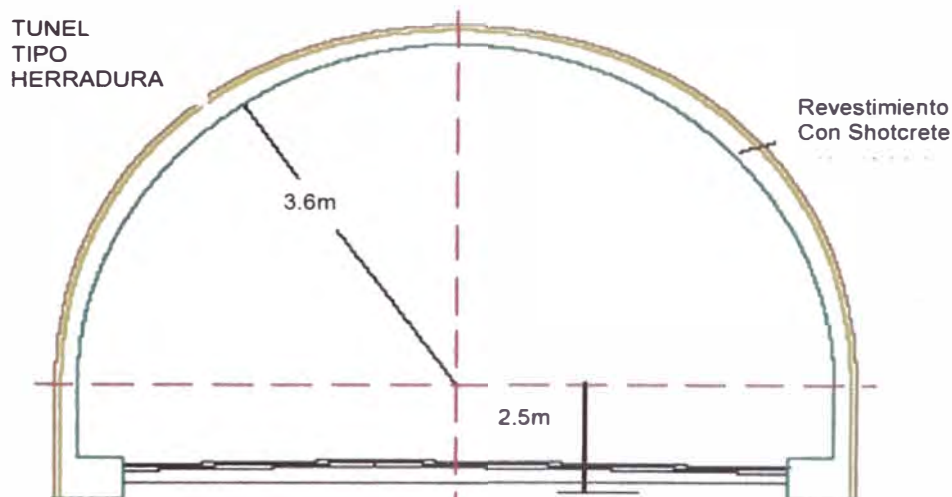
- 3) La curva #47 de 162m de radio permanecerá igual, sin modificación alguna, dado que su radio cumple para una velocidad mayor a 70KPH (mínimo $R=150m$ para 70KPH) y podrá restringirse la velocidad de circulación en este tramo de vía.
- 4) La restricción del punto anterior se compensa en función a que a partir del PT (Principio de Tangente) de esta misma curva se inicia un tramo aproximadamente 800m en donde se puede asegurar una velocidad media de no menos de 100KPH.

Los nuevos tramos modificados son (en total 1,759.24m):

- Km. 60+911.87 al Km. 61+583.74	671.87m	Tramo mejorado
- Km. 61+237.31 al Km. 61+734.53	497.22m	
- Km. 61+734.53 al Km. 62+258.90	508.66 m	Túnel proyectado
- Km. 62+258.90 al Km. 62+844.58	585.68 m	
- Km. 62+328.85 al Km. 62+844.58	515.73 m	Tramo mejorado
- Km. 62+844.58 al Km. 63+452.23	607.65 m	
- Km. 63+452.23 al Km. 64+015.21	562.98 m	Tramo mejorado

El túnel previsto estará conformado por dos curvas inversas de 195m de radio unidas por un tramo en tangente de 122m cumpliendo así con lo indicado por la norma. Asimismo será en forma de herradura revestido de concreto $e=5-15cm$, malla metálica $150x150x6mm$, impermeabilización y obras de alumbrado interior, manteniendo los 7.2m de ancho total (6m de ancho para el pavimento), una altura de 6.0m, además de una cuneta armada de borde a cada lado similar a las del resto del proyecto consideradas dentro de las partidas respectivas.

Figura 2.2.1
Sección típica del túnel proyectado (508.66m)
Km. 61+734.53 al Km. 62+258.90



Los tramos en tangente que no cumplan con la longitud mínima requerida para desarrollar el peralte de la curva adyacente se establecerá esta dentro de la propia curva.

La curva N° 47 no cumple la longitud de radio mínimo para la velocidad propuesta, el mismo que no pretendemos modificar para no tener que ejecutar un corte mayor en roca para dicho tramo, además de traer como consecuencia la disminución de la longitud del tramo en tangente anterior a esta curva, la misma que ya es inferior al normado por 25m (longitud actual del tramo existente: 85m). Así, basándonos en el ítem 402.04.02 "Radios mínimos absolutos" de la norma peruana calcula, bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, seguridad y comodidad, el radio mínimo para una curva horizontal mediante la siguiente expresión:

$$R_{\min} = \frac{V_d^2}{127(P_{\max} + f_{\max})}$$

Donde:

R_{\min} : Radio Mínimo Absoluto

V_d : Velocidad de Diseño

P_{\max} : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{\max} : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V_d .

Despejando de esta expresión el valor de V_d , determinaremos de manera inversa la velocidad máxima a la que un automóvil se desplazará dentro de esta curva.

De la tabla 402.01g de la Guía de Diseño Geométrico se tiene:

$$P_{\text{máx}} = 12\%$$

$$f_{\text{máx}} = 0.14$$

Por lo tanto, para $R=162\text{m}$ se tendrá **V_d (máx) = 73KPH**

Que entendemos no es una variación considerable con respecto a los 80KPH del diseño, y cuyo tramo deberá ser adecuadamente señalizado controlando la velocidad máxima de circulación a 70KPH.

Además esta condición de reducción de velocidad puede ser compensada dado que a partir del Km.63+192.73 (PT) se tiene un tramo en tangente de 259m de longitud seguida de una curva de 500m de radio terminando en otro tramo de 654m. Con esto se superará inclusive desarrollos de velocidades que pueden alcanzar los 90KPH y 100KPH inclusive (de las tablas 402.01 y 402.02 DG-2001 se tiene: $L_s(\text{mín}) = 139\text{m}$ y $R(\text{mín}) = 330\text{m}$).

CAPITULO III “PRESUPUESTO”

3.1. PRESUPUESTO DEL PROYECTO ($V_d=60\text{KPH}$)

El presupuesto propuesto para la “Rehabilitación y el Mejoramiento” del proyecto con velocidad directriz de 60KPH, tal como lo descrito en el subtítulo 2.1, se elaboró durante la etapa de investigación calculado con el metrado de todas las partidas afectados por sus respectivos Precios Unitarios, más los gastos generales variables y fijos incluidos.

Todos los análisis de precios unitarios, sus sub-análisis, y análisis de Gastos Generales incluidas en el presente presupuesto de ejecución de obra se detallan en el Volumen IV del “Expediente Técnico”, Capítulo III “Presupuesto” de la PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA CARRETERA “HEROES DE LA BREÑA” (ver referencia 2). Los metrados se encuentran en el Capítulo IV del mismo volumen.

Este presupuesto responde al subtramo analizado entre las progresivas Km.61+000 al Km.64+000 (3.0 Km) el mismo que asciende en S/.4’025,344.92 + Utilidades. Extrapolado para los 21.3Km del proyecto total (desde Cocachacra hasta Matucana) obtenemos **S/.28’579,948.93**

El correspondiente costo para la elaboración del expediente técnico se estima en (1%) **S/.285,799.49**. El costo para la supervisión de la obra se estima en (2%) **S/.571,598.98**.

Otros costos como los correspondientes al mantenimiento rutinario y al periódico se estudian dentro de la evaluación económica del proyecto.

PRESUPUESTO DE OBRA - A					
Contrato de ejecución de obra					
Subtramo del Km.61+000 al Km.64+000					
CONTRATO					
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio S/.	Total S/.
100.00	OBRAS PRELIMINARES				161,562.30
101.00	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	0.14	393,200.00	55,048.00
102.00	Topografía y georeferenciación	mes	3.00	22,248.73	66,746.19
103.00	Mantenimiento del tránsito y seguridad vial durante la construcción	glb	0.14	200,806.05	28,112.85
104.00	Campamentos y Obras Previsionales	glb	1.00	11,655.26	11,655.26
200.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				744,363.56
205.00	Excavación no clasificada para explanaciones	m3	77,284.23	9.37	724,153.19
210.00	Conformación de terraplen	m3	1,293.05	15.63	20,210.37
300.00	SUB BASES Y BASES				79,857.37
303.01	Sub Base granular	m3	1,175.95	43.15	50,742.24
305.00	Base granular	m3	558.51	52.13	29,115.13
400.00	PAVIMENTOS				603,971.24
401.00	Imprimación asfáltica	m2	9,365.88	0.49	4,589.28
410.00	Pavimento de concreto asfáltico	m3	1,516.65	211.10	320,164.82
420.02	Asfalto sólido PEN 65/70	gln	61,586.12	3.90	240,185.87
422.01	Asfalto líquido tipo MC-30	gln	2,341.47	4.46	10,442.96
423.00	Filler o relleno mineral	kg	68,067.40	0.42	28,588.31
600.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				473,377.07
601.00	Excavación no clasificada para estructuras	m3	986.13	15.58	15,363.91
605.00	Relleno para estructuras	m3	483.86	31.35	15,169.01
610.01	Concreto f'c = 100 kg/cm2	m3	59.15	234.13	13,848.79
610.03	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3	321.23	295.94	95,064.81
610.04	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0.00	312.27	0.00
610.06	Concreto ciclópeo f'c = 140 kg/cm2 + 30% P.G.	m3	9.96	211.39	2,105.44
610.07	Concreto ciclópeo f'c = 175 kg/cm2 + 30% P.G.	m3	38.27	223.41	8,549.90
612.01	Encofrado y desencofrado en seco	m2	2,491.17	38.12	94,963.40
615.00	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	18,430.23	3.63	66,901.73
622.01	Alcantarilla TMC, diam = 36"	m	38.88	302.82	11,773.64
622.02	Alcantarilla TMC, diam = 48"	m	9.72	390.88	3,799.35
635.05	Cunetas revestidas triangulares 0.35 x 0.55 m	m	1,993.00	64.25	128,050.25
640.02	Emboquillado de piedra para e=0.15m	m2	134.08	56.84	7,621.11
645.00	Demolición de estructuras existentes	m3	28.50	31.04	884.64
650.04	Junta asfáltica para cuneta rectangular	m	637.00	14.57	9,281.09
700.00	TRANSPORTE PAGADO				945,864.88
700.01	Material proveniente de cantera para d<=1 km	m3k	6,148.98	4.89	30,068.51
700.02	Material proveniente de cantera para d> 1 km	m3k	30,305.01	1.24	37,578.21
700.03	Mezcla asfáltica para d<= 1 km	m3k	1,516.65	5.08	7,704.58
700.04	Mezcla asfáltica para d > 1 km	m3k	7,609.46	1.31	9,968.39
700.09	Eliminación de material a botadero para d<= 1 km	m3k	78,480.63	4.89	383,770.26
700.10	Eliminación de material a botadero para d> 1 km	m3k	394,028.87	1.21	476,774.93
800.00	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				24,297.66
801.01	Señales preventivas completas	und	3.00	471.72	1,415.16
802.01	Señales reglamentarias completas	und	2.00	473.78	947.56
805.00	Postes delineadores	und	7.00	160.41	1,122.87
810.00	Marcas permanentes en el pavimento	m2	525.00	11.99	6,294.75
820.00	Guardavías (incluye terminal y captafaros)	m	110.00	129.31	14,224.10
830.00	Postes de kilometraje	und	1.00	168.60	168.60
840.00	Pintado de parapetos en cunetas y alcantarillas	m2	4.50	14.68	66.06
845.00	Remoción de señales existentes, sin transporte	und	2.00	29.28	58.56
900.00	PROTECCION AMBIENTAL				130,252.32
900.06	Acondicionamiento de excedentes en zonas de botaderos	m3	78,270.36	1.61	126,015.27
900.07	Recuperación de áreas afectadas: limpieza y restauración	m2	2,340.91	1.81	4,237.05
	COSTO DIRECTO				S/. 3,163,546.40
	GASTOS GENERALES				
	GASTOS GENERALES FIJOS		1.090764%		S/. 34,506.84
	GASTOS GENERALES VARIABLES		26.150768%		S/. 827,291.68
	UTILIDAD				S/.
	TOTAL PRESUPUESTO OFERTADO				S/. 4,025,344.92

3.2. ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO DEL TRAZO MODIFICADO

Tomando en consideración todos los aspectos descritos en el subtítulo 2.2 para una velocidad directriz de 80KPH, tenemos que la principal partida afectada en el presupuesto es la de excavación para explanaciones, seguida del pavimento (sub base, base y carpeta asfáltica) nuevo a colocar sobre el eje del nuevo trazo mejorado.

Habiendo establecido un criterio de diseño en el subtítulo 2.1 (Vd = 60KPH) donde no se modificaban las curvas horizontales para aquellos sectores en los que encontrábamos impedimentos geológicos como altos cortes de taludes en roca, el costo de inversión de dicha excavación para explanaciones se verá afectado por un incremento del volumen de material removido a precios del sub-análisis de excavación en roca fija con explosivos.

La excavación para el nuevo sector de roca dentro del tramo modificado se considerará con un precio independiente para el volumen estimado mediante el sub-análisis del precio de "Corte de plataforma en roca con explosivos". El monto así calculado será comparado con el obtenido anteriormente en la partida "Excavación no clasificada para explanaciones" a fin de calcular un Precio Unitario promedio para los volúmenes por tipo de material.

El costo de inversión del pavimento nuevo a colocar así como los correspondientes a las obras de arte y drenaje, como su respectiva señalización se considerará proporcional a la longitud mejorada sobre el nuevo trazo con respecto a su costo calculado sobre el proyecto con velocidad directriz de 60KPH.

La nueva alternativa calcula entre el Km.61+174.96 al Km.61+583.74 una longitud mejorada adicional de 403.40m. Con este valor estimamos una proyección mayor de metrados con respecto al proyecto a 60KPH mediante una relación lineal.

$$F = \text{Long}(80\text{KPH}) / \text{Long}(60\text{KPH})$$

$$F = 1,759.24\text{m}(60\text{KPH}) / 1,404.15\text{m}(60\text{KPH}) = 1.25$$

En total se obtiene un incremento del 25% para el pavimento, las obras de arte, señalización y seguridad vial.

En el subtítulo 2.2 se propuso además un túnel de 508.66m. El costo para esta parte del proyecto por las obras de excavación (34.76m³/ml), además de la malla de refuerzo (168.91kg/ml) y el concreto lanzado (15.31m²/ml), sin incluir el pavimento ni las obras de drenaje, se estiman en S/.2,124,986.15 (costo directo).

Presupuesto

El presupuesto a precios de mercado con las consideraciones anteriores se muestra en el siguiente cuadro. El costo total sin utilidad para el subtramo analizado (x 3Km) es de S/.6'690,194.68. Extrapolado para los 21.3Km del proyecto total obtenemos **S/.47'500,382.22**

El correspondiente costo para la elaboración del expediente técnico se estima en (1%) **S/.475,003.82**. El costo para la supervisión de la obra se estima en (2%) **S/.950,007.64**.

PRESUPUESTO DE OBRA - B

CONTRATO					
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio S/.	Total S/.
Contrato de ejecución de obra					
Subtramo del Km.61+000 al Km.64+000					
100.00	OBRAS PRELIMINARES				168,590.51
101.00	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	0.14	393,200.00	55,048.00
102.00	Topografía y georeferenciación	mes	3.00	22,248.73	66,746.19
103.00	Mantenimiento del tránsito y seguridad vial durante la construcción	glb	0.14	251,007.56	35,141.06
104.00	Campamentos y Obras Previsionales	glb	1.00	11,655.26	11,655.26
200.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				869,366.92
205.00	Excavación no clasificada para explanaciones	m3	85,486.55	9.93	849,156.55
210.00	Conformación de terraplen	m3	1,293.05	15.63	20,210.37
300.00	SUB BASES Y BASES				99,821.71
303.01	Sub Base granular	m3	1,469.94	43.15	63,427.80
305.00	Base granular	m3	698.14	52.13	36,393.91
400.00	PAVIMENTOS				754,964.05
401.00	Imprimación asfáltica	m2	11,707.35	0.49	5,736.60
410.00	Pavimento de concreto asfáltico	m3	1,895.81	211.10	400,206.02
420.02	Asfalto sólido PEN 65/70	gln	76,982.65	3.90	300,232.34
422.01	Asfalto líquido tipo MC-30	gln	2,926.84	4.46	13,053.70
423.00	Filler o relleno mineral	kg	85,084.25	0.42	35,735.39
500.00	TÚNEL				2,124,988.19
510.00	Túnel revestido Concreto C/rfzo x 508.7m	m	508.66	4,177.62	2,124,988.19
600.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				591,721.34
601.00	Excavación no clasificada para estructuras	m3	1,232.66	15.58	19,204.88
605.00	Relleno para estructuras	m3	604.83	31.35	18,961.26
610.01	Concreto f'c = 100 kg/cm2	m3	73.94	234.13	17,310.99
610.03	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m3	401.54	295.94	118,831.01
610.04	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m3	0.00	312.27	0.00
610.06	Concreto ciclópeo f'c = 140 kg/cm2 + 30% P.G.	m3	12.45	211.39	2,631.81
610.07	Concreto ciclópeo f'c = 175 kg/cm2 + 30% P.G.	m3	47.84	223.41	10,687.38
612.01	Encofrado y desencofrado en seco	m2	3,113.96	38.12	118,704.25
615.00	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	23,037.79	3.63	83,627.17
622.01	Alcantarilla TMC, diam = 36"	m	48.60	302.82	14,717.05
622.02	Alcantarilla TMC, diam = 48"	m	12.15	390.88	4,749.19
635.05	Cunetas revestidas triangulares 0.35 x 0.55 m	m	2,491.25	64.25	160,062.81
640.02	Emboquillado de piedra para e=0.15m	m2	167.60	56.84	9,526.38
645.00	Demolición de estructuras existentes	m3	35.63	31.04	1,105.80
650.04	Junta asfáltica para cuneta rectangular	m	796.25	14.57	11,601.36
700.00	TRANSPORTE PAGADO				1,043,618.12
700.01	Material proveniente de cantera para d<=1 km	m3k	6,451.83	4.89	31,549.46
700.02	Material proveniente de cantera para d> 1 km	m3k	31,849.41	1.24	39,493.27
700.03	Mezcla asfáltica para d<= 1 km	m3k	1,895.81	5.08	9,630.73
700.04	Mezcla asfáltica para d > 1 km	m3k	9,511.83	1.31	12,460.49
700.09	Eliminación de material a botadero para d<= 1 km	m3k	86,682.95	4.89	423,879.60
700.10	Eliminación de material a botadero para d> 1 km	m3k	435,210.38	1.21	526,604.57
800.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL				30,801.15
801.01	Señales preventivas completas	und	4.00	471.72	1,886.88
802.01	Señales reglamentarias completas	und	3.00	473.78	1,421.34
805.00	Postes delineadores	und	9.00	160.41	1,443.69
810.00	Marcas permanentes en el pavimento	m2	656.00	11.99	7,865.44
820.00	Guardavías (incluye terminal y captafaros)	m	138.00	129.31	17,844.78
830.00	Postes de kilometraje	und	1.00	168.60	168.60
840.00	Pintado de parapetos en cunetas y alcantarillas	m2	5.63	14.68	82.58
845.00	Remoción de señales existentes, sin transporte	und	3.00	29.28	87.84
900.00	PROTECCION AMBIENTAL				144,524.17
900.06	Acondicionamiento de excedentes en zonas de botaderos	m3	86,719.21	1.61	139,617.92
900.07	Recuperación de áreas afectadas: limpieza y restauración	m2	2,710.63	1.81	4,906.25
COSTO DIRECTO					S/. 5,828,396.16
GASTOS GENERALES					
GASTOS GENERALES FIJOS			0.592047%	S/.	34,506.84
GASTOS GENERALES VARIABLES			14.194157%	S/.	827,291.68
TOTAL PRESUPUESTO OFERTADO					S/. 6,690,194.68

CAPITULO IV “EVALUACION ECONOMICA”

Para comenzar la discusión de la evaluación económica será útil considerar la relación entre la oferta y la demanda para los servicios del transporte. Una reducción en los costos del transporte traerá consigo un incremento en los beneficios para aquellos transportistas del tráfico normal existente. Este beneficio al que llamamos de *operación vehicular* es el principal factor cuantificable dentro de la evaluación económica del proyecto. Teniendo en cuenta que estos beneficios afectan directamente al ciudadano transportista, deberá ser expresado en términos económicos o sociales

Se indicó en el subtítulo 1.8 “Evaluación económica” (ver también ref. bibliográfica 2) que la principal diferencia entre la situación sin proyecto y la situación con proyecto es el aumento de la velocidad directriz, que disminuiría los costos de operación vehicular y los tiempos de viaje gracias a la rehabilitación y el mejoramiento del trazo respectivamente. En otras palabras, los costos de operación vehicular traducidos en *Costos de inversión de la rehabilitación y mejoramiento*, *Costos de mantenimiento rutinario* y *Costos de mantenimiento periódico*, disminuyen debido a que la carretera ha sido rehabilitada por cuanto se mejora la condición del pavimento y la superficie de rodadura de la misma, y los tiempos de viaje disminuyen ya que la carretera se ha mejorado en cuanto a sus características geométricas de trazo y diseño.

Por lo tanto, para considerar el valor económico de las mejoras de esta instalación de transporte, se calcula el costo de la mejora y se compara con el costo de conservar la instalación en su condición actual. De esta forma se considerará viable el proyecto solo si el incremento neto de los beneficios ganados para los usuarios de la instalación del transporte mejorado sobrepasa el costo neto de las mejoras.

4.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En el ítem 1.8 “Evaluación Económica” del Capítulo I “Antecedentes” del presente informe describimos la evaluación económica para el proyecto, en el que podemos rescatar las siguientes consideraciones:

- Considera como costos los correspondientes a la inversión del mejoramiento y rehabilitación de la carretera, los costos de mantenimiento periódico y al del mantenimiento rutinario todos a precios económicos.
- Los inducidos por la inversión efectuada al corresponder a una vía ya pavimentada no son significativos.
- Considera como beneficios las economías en los costos de operación vehicular a precios sociales y en la reducción de tiempo de viaje.
- No se consideran beneficios por reducción de accidentes al no disponerse en forma real de la información correspondiente.
- Los resultantes de las interrupciones en el tránsito en épocas de lluvia por la magnitud alcanzada por los excedentes sociales, se consideran como añadidos.
- Evaluación económica a precios económicos, determinando los indicadores económicos como la Tasa Interna de Retorno (TIR) bajo una tasa de descuento de 14%, Valor Actual Neto (VAN) positivo y relación Beneficio/Costo (B/C) mayor que la unidad.

En este sentido, se puede considerar el grado de rentabilidad económica del proyecto en condición de beneficios esperados.

a) Costos:

A continuación detallaremos los costos de inversión de la rehabilitación y mejoramiento, y los costos de mantenimiento, a precios sociales para el presente proyecto:

(1) Costos de inversión de la rehabilitación y mejoramiento

El costo incurrido en el presupuesto para la construcción (mejoramiento y rehabilitación) del proyecto se calculó a precios de mercado por un valor de S/.4'341,699.67 Nuevos Soles para los 3 Km. evaluados. De esta forma se obtiene el invertido en todo el proyecto, Tramo II Cocachacra – Matucana, para 21.3 Km. por un total de S/.30,826,067.66. Sin embargo este monto no deberá manejarse tal cual se muestra para efectos de la evaluación económica, sino que deberá llevarse a precios económicos para ser comparado con los beneficios sociales de la evaluación.

De acuerdo a los requerimientos del estudio se presenta el Cuadro 4.1.1 con el presupuesto de obra, donde se registran los costos de inversión, diferenciados en sus correspondientes componentes: costos de la mano de obra calificada, mano de obra no calificada, material nacional, equipo nacional, material importado y equipo importado. Con esta estructura se aplicarán los factores que permitan establecer los precios económicos de estas partidas.

Cuadro 4.1.1
Costos de Mercado de las Obras de Construcción en Nuevos Soles

	Por 3Km	Por Km	Tramo II Cocachacra-Matucana
Mano de Obra Calificada	282,392.28	94,130.76	2,004,985.18
Mano de Obra No calificada	195,298.77	65,099.59	1,386,621.29
Material y Equipo Nacional	1,051,139.93	350,379.98	7,463,093.52
Material y Equipo Importado	2,496,513.94	832,171.31	17,725,248.94
Total (S/.)	4,025,344.92	1,341,781.64	S/. 28,579,948.93

Los costos financieros de materiales y equipos serán convertidos a precios económicos, para lo cual se deducen las transferencias al Gobierno Central.

En el caso de la mano de obra calificada se le considera que su remuneración a costos financieros representa su costo de oportunidad; por lo que su costo económico es igual al costo financiero.

En cuanto a la mano de obra no calificada se establece el costo de oportunidad de la mano de obra en el mercado. Con esta finalidad se obtiene información del campo respecto a los ingresos de los trabajadores del área (trabajador agrícola) y de los viajeros, entre los cuales hay pasajeros cuya ocupación es la construcción. Esta información, conjuntamente con la que se pueda obtener en el INEI, permitirán establecer el factor de corrección de la mano de obra no calificada. De esta forma se considera, la mano de obra no calificada correspondiente al personal de peones y auxiliar, que es de aproximadamente el 60% del ingreso que obtendría el personal calificado. En la construcción se efectúa la relación entre un trabajador agrícola que accede a la construcción y por lo que recibe una remuneración mayor.

Respecto a los equipos y materiales nacionales, se les deduce a los precios financieros, el Impuesto General a las Ventas (IGV). Al material y equipo importado se le deduce el Derecho Arancelario de Importación (DAI) y el IGV.

Los factores de corrección estarían dados por las relaciones que se muestran en el Cuadro 4.1.2.

Cuadro 4.1.2
Factores de Ajuste de la Obras de Construcción de costos de Mercado a costos Económicos

INSUMOS	Material y Equipo nacional	Material y Equipo importado	Mano de obra calificada	Mano de obra no calificada
Aranceles (%)		12%		
IGV (%)	19%	19%		
Costo de Oportunidad			1	0.6
FACTOR	0.84	0.75	1	0.6

Cada factor indicado aplicado a cada rubro del cuadro 4.1.1 dará como resultado el presupuesto total de la inversión de la rehabilitación y mejoramiento del proyecto a precios económicos:

**Cuadro 4.1.3
Costos Económicos de las Obras de Construcción en Nuevos Soles**

	Por 3Km	Por Km	Tramo II Cocachacra-Matucana
Mano de Obra Calificada	282,392.28	94,130.76	2,004,985.18
Mano de Obra No calificada	117,179.26	39,059.75	831,972.77
Material y Equipo Nacional	882,957.54	294,319.18	6,268,998.56
Material y Equipo Importado	1,872,385.46	624,128.48	13,293,936.71
Total (S/.)	3,154,914.54	1,051,638.18	S/. 22,399,893.22

(2) Otros Costos de Inversión

El segundo grupo de costos es el referido a la que se paga por la elaboración del Expediente Técnico y la Supervisión durante todo el periodo de construcción de la obra. El primero se estima en un valor de 1% sobre el presupuesto principal de la Rehabilitación y Mejoramiento y la Supervisión en 2% aproximadamente. Con esto obtenemos un monto de S/. 285,799.49 y S/.571,598.98 respectivamente.

Para el cálculo de los costos sociales de la inversión se aplicará una corrección al precio de mercado tomando el factor de corrección de 0.79. De esta forma tenemos el monto a utilizar en la evaluación económica por un total de:

Descripción	Costo Económicos
Elaboración del expediente técnico	S/. 225,781.60
Supervisión de Obra	S/. 451,563.19

(3) Costos incrementales de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento consideradas para este estudio se especifican en la parte de ingeniería y cubren operaciones llamadas de mantenimiento rutinario y periódico.

- (i) Rutinario.
 - Bacheo superficial y profundo
 - Limpieza en general
 - Mantenimiento de señales
- (ii) Periódico, en este caso comprende:
 - Sellado
 - Refuerzo

El costo referido a estos mantenimientos se calcularán por el mayor (o menor) costo que significaría rehabilitar el pavimento en toda la vida útil del proyecto con respecto a su situación actual.

Para introducir la información al modelo de evaluación, los costos de mantenimiento se calculan aplicando los costos unitarios de las actividades involucradas en cada política, a las cantidades de obra que son proyectadas internamente con las ecuaciones del sub-modelo de deterioro. Los costos unitarios considerados para la carretera del proyecto, se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1.4
Ricardo Palma – La Oroya, Tramo: Cocachacra - Matucana
Costos Financieros de Mantenimiento

Concepto	Unidad	Total US\$	M. Obra Calificada	M. Obra No Calificada	Mat y Eq. Nacional	Mat y Eq. Importado
Bacheo	\$/m ²	10.54	2.32	1.48	3.90	2.84
Sello	\$/m ²	1.05	0.23	0.15	0.39	0.28
Refuerzo	\$/m ²	3.60	0.79	0.50	1.33	0.98
M. Rutinario	\$/km-año	2051.56	451.34	287.22	759.08	553.92

Fuente: Estudios de Ingeniería - CESEL

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 (ver cuadro 4.1.2), en mano de obra calificada, mano de obra no calificada, maquinaria y equipo importado y, maquinaria y equipo

nacional, disgregación tomada de estudios similares; obteniéndose los costos económicos unitarios que se presentan a continuación:

Cuadro 4.1.5
Ricardo Palma – La Oroya, Tramo: Cocachacra - Matucana
Costos Económicos de Mantenimiento

Concepto	Unidad	Total US\$	M. Obra Calificada	M. Obra No Calificada	Mat y Eq. Nacional	Mat y Eq. Importado
Bacheo	\$/m ²	8.62	2.32	0.89	3.28	2.13
Sello	\$/m ²	0.86	0.23	0.09	0.33	0.21
Refuerzo	\$/m ²	2.95	0.79	0.3	1.12	0.74
M. Rutinario	\$/km-año	1676.74	451.34	172.33	637.63	415.44

Fuente: Estudios de Ingeniería - CESEL

Los costos incrementales previstos en cada año de la vida útil del proyecto nos proporcionará la distribución del costo del mantenimiento para ser utilizado en la evaluación económica del proyecto.

Para ello se diseñaron operaciones programadas, definiendo los intervalos de tiempo en que deben ejecutarse, y la condición en base al progreso de los deterioros de la carretera

La situación “*sin proyecto*” consiste en no aplicar la política de rehabilitación, pero en cambio se lleva a cabo un mantenimiento rutinario anual que incluye drenaje, limpieza de vegetación en bermas, bacheos menores, mantenimiento de señales, tareas que normalmente se ejecutan. Se considera un mantenimiento rutinario incluido el bacheo que se va a realizar a un 7% de la superficie total, calculada en S/.423,231.55 anual a precios económicos para los 21.3Km evaluados.

Rehabilitada la carretera (situación “*con proyecto*”), se aplicará la política de mantenimiento, consistente en efectuar un mantenimiento rutinario durante los 20 años del horizonte del proyecto. Considera para los 21.3Km, bacheo del 6% de la superficie total cuando estos se produzcan por un monto de S/.379,606.77, sello de 10mm de espesor cada cinco años

por S/.435,235.68 y un refuerzo de 5mm al décimo año calculado en S/.1'492,959.60.

b) Beneficios:

La Oficina de Presupuestos y Planificación del MTC calcula el costo modular de operación vehicular (COV) a precios económicos de los vehículos como una función de la región natural (Costa, Sierra o Selva), la topografía local (llana, ondulada o accidentada), el tipo de la superficie (asfaltada, sin asfaltar, afirmada o trocha) y el estado actual del pavimento (bueno, regular o malo).

La situación sin proyecto ubica la obra en la Sierra peruana, con una topografía local mayormente accidentada, con una superficie de rodadura asfaltada en estado que podemos considerar un promedio entre regular a bueno.

La situación con proyecto condiciona, a diferencia que los parámetros anteriormente descritos, una mejora en la condición del pavimento como bueno.

Estos parámetros se resumen para estas dos condiciones por cada tipo de vehículo, seleccionado del análisis de tráfico, en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1.6
Costos de Operación Vehicular
\$-Veh-Km a Precios Económicos

TIPO DE VEHICULO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
AUTO	0.27	0.26
UTILITARIO	0.49	0.48
BUS	1.04	1.01
CAMIONES 2EJES L	1.24	1.16
CAMIONES 2EJES M	1.24	1.16
CAMIONES 3EJES P	1.68	1.60
CAMIONES 4EJES P	1.68	1.60
CAMION ARTICULA	2.13	2.05

Fuente: Costos Modulares de Operación Vehicular – COV

Para la condición sin proyecto, la sumatoria por tipo de vehículo, para cada valor indicado multiplicado por el total de vehículos proyectados cada año (ver estudio de tráfico), nos dará el costo de operación vehicular anual sin mejoras (ver cuadro 4.1.7).

Para la condición con proyecto, la sumatoria por tipo de vehículo, para cada valor indicado multiplicado por el total de vehículos proyectados cada año (ver estudio de tráfico), nos dará el costo de operación vehicular anual con mejoras (ver cuadro 4.1.8).

Cuadro 4.1.7
Costos de operación vehicular para la situación sin proyecto (en miles de soles) a precios económicos

AÑO	AUTO	UTILITARI	BUS	CAMION 2 EJES LIGERO	CAMION 2 EJES MEDIANO	CAMION 3 EJES PESADO	CAMION 4 EJES PESADO	CAMION ARTICUL ADO	COV ₀ Anual TOTAL
2005	5050.86	8345.19	12226.55	18276.04	14384.80	17060.69	1425.32	34332.59	111102.05
2006	5131.17	8477.88	12420.95	18720.14	14734.35	17475.27	1459.96	35166.88	113586.60
2007	5212.75	8612.68	12618.45	19175.04	15092.40	17899.92	1495.44	36021.43	116128.10
2008	5295.63	8749.62	12819.08	19641.00	15459.14	18334.88	1531.78	36896.75	118727.89
2009	5379.83	8888.74	13022.90	20118.27	15834.80	18780.42	1569.00	37793.34	121387.31
2010	5465.37	9030.07	13229.97	20607.15	16219.59	19236.78	1607.12	38711.72	124107.78
2011	5552.27	9173.65	13440.32	21107.90	16613.72	19704.24	1646.18	39652.42	126890.70
2012	5640.55	9319.51	13654.03	21620.82	17017.44	20183.05	1686.18	40615.97	129737.55
2013	5730.24	9467.69	13871.12	22146.21	17430.96	20673.50	1727.15	41602.94	132649.81
2014	5821.35	9618.23	14091.68	22684.36	17854.53	21175.87	1769.12	42613.89	135629.03
2015	5913.91	9771.15	14315.73	23235.59	18288.40	21690.44	1812.11	43649.41	138676.75
2016	6007.94	9926.52	14543.35	23800.22	18732.81	22217.52	1856.15	44710.09	141794.59
2017	6103.47	10084.35	14774.59	24561.82	19332.26	22928.48	1915.54	46140.81	145841.32
2018	6200.51	10244.69	15009.51	25347.80	19950.89	23662.19	1976.84	47617.32	150009.75
2019	6299.10	10407.58	15248.16	26158.93	20589.32	24419.38	2040.10	49141.07	154303.64
2020	6399.26	10573.06	15490.61	26996.02	21248.18	25200.80	2105.38	50713.58	158726.88
2021	6501.00	10741.17	15736.91	27859.89	21928.12	26007.22	2172.76	52336.42	163283.49
2022	6604.37	10911.96	15987.12	28751.41	22629.82	26839.46	2242.28	54011.18	167977.60
2023	6709.38	11085.46	16241.32	29671.45	23353.97	27698.32	2314.04	55739.54	172813.48
2024	6816.06	11261.72	16499.56	30620.94	24101.30	28584.66	2388.09	57523.21	177795.53
2025	6924.43	11440.78	16761.90	31600.81	24872.54	29499.37	2464.50	59363.95	182928.29
2026	7034.53	11622.68	17028.41	32612.04	25668.46	30443.35	2543.37	61263.60	188216.45

Cuadro 4.1.8
Costos de operación vehicular para la situación con proyecto (en
miles de soles) a precios económicos

AÑO	AUTO	UTILITARI	BUS	CAMION 2 EJES LIGERO	CAMION 2 EJES MEDIANO	CAMION 3 EJES PESADO	CAMION 4 EJES PESADO	CAMION ARTICULADO	COV ₁ Anual TOTAL
2005	4910.56	8218.75	11964.55	17079.39	13442.94	16198.28	1353.27	33078.71	106246.46
2006	4988.63	8349.43	12154.79	17494.42	13769.61	16591.90	1386.16	33882.52	108617.46
2007	5067.95	8482.18	12348.05	17919.54	14104.21	16995.08	1419.84	34705.87	111042.72
2008	5148.53	8617.05	12544.39	18354.98	14446.94	17408.06	1454.34	35549.22	113523.52
2009	5230.39	8754.06	12743.84	18801.01	14798.00	17831.08	1489.69	36413.06	116061.13
2010	5313.56	8893.25	12946.47	19257.87	15157.59	18264.38	1525.88	37297.90	118656.90
2011	5398.04	9034.65	13152.32	19725.84	15525.92	18708.20	1562.96	38204.24	121312.18
2012	5483.87	9178.30	13361.44	20205.17	15903.20	19162.81	1600.94	39132.60	124028.35
2013	5571.07	9324.24	13573.89	20696.16	16289.65	19628.47	1639.85	40083.53	126806.84
2014	5659.65	9472.49	13789.71	21199.08	16685.49	20105.44	1679.69	41057.56	129649.10
2015	5749.63	9623.11	14008.97	21714.21	17090.94	20594.00	1720.51	42055.25	132556.63
2016	5841.05	9776.11	14231.71	22241.87	17506.25	21094.43	1762.32	43077.20	135530.95
2017	5933.93	9931.55	14457.99	22953.61	18066.45	21769.46	1818.71	44455.67	139387.38
2018	6028.28	10089.47	14687.88	23688.13	18644.58	22466.08	1876.91	45878.25	143359.56
2019	6124.13	10249.89	14921.41	24446.15	19241.21	23184.99	1936.97	47346.35	147451.10
2020	6221.50	10412.86	15158.66	25228.42	19856.93	23926.91	1998.96	48861.44	151665.68
2021	6320.42	10578.43	15399.69	26035.73	20492.35	24692.57	2062.92	50425.00	156007.11
2022	6420.92	10746.62	15644.54	26868.88	21148.10	25482.74	2128.94	52038.60	160479.33
2023	6523.01	10917.49	15893.29	27728.68	21824.84	26298.18	2197.06	53703.84	165086.40
2024	6626.72	11091.08	16145.99	28616.00	22523.24	27139.73	2267.37	55422.36	169832.49
2025	6732.09	11267.43	16402.71	29531.71	23243.98	28008.20	2339.93	57195.88	174721.92
2026	6839.13	11446.58	16663.52	30476.72	23987.79	28904.46	2414.80	59026.14	179759.15

La diferencia entre ambos COV por año nos da como resultado el beneficio esperado del proyecto.

Cuadro 4.1.9
Beneficios incrementales para los costos de operación vehicular (en miles de soles) a precios económicos

AÑO	BENEFICIOS (COV ₁ – COV ₀)
2005	4855.59
2006	4969.14
2007	5085.38
2008	5204.37
2009	5326.18
2010	5450.88
2011	5578.53
2012	5709.20
2013	5842.98
2014	5979.92
2015	6120.11
2016	6263.63
2017	6453.94
2018	6650.18
2019	6852.54
2020	7061.20
2021	7276.38
2022	7498.26
2023	7727.08
2024	7963.04
2025	8206.36
2026	8457.30

En resumen, estos “costos” aplicados a la proyección vehicular para el periodo de vida del proyecto (20 años) nos darán los *beneficios totales por año* a precios económicos; los mismos que servirán para ser comparados contra los costos del proyectos para el cálculo de los indicadores económicos previstos.

c) Evaluación económica

Los parámetros utilizados para la evaluación económica del proyecto son:

- Tasa de descuento: 14%
- Depreciación: 4%

De esta forma calculamos el flujo neto de los beneficios a precios económicos obtenidos de los ítems a) y b) precedentes. El valor presente de dicho flujo neto de beneficios representa el VAN (Valor Actual Neto) del proyecto. Este valor deberá ser positivo, y mide en el presente la ganancia de la inversión si se realizara.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FCt}{(1+i)^t} - I_0$$

Otro indicador importante a considerar es la Tasa Interna de Retorno (TIR), que indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital invertido sobre el proyecto.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FCt}{(1+TIR)^t} - I_0$$

De esta forma obtenemos para el presente proyecto:

$$VAN = S/.9'432,455.27$$

$$TIR = 20.11\%$$

Flujo de caja económico para el proyecto con Vd=60KPH

PARAMETROS	
Horizonte	20.0 años
COK	14% términos reales
Impuesto	19%
Depreciación	4% lineal
Año	360 días

DATOS	
Velocidad de Diseño = 60 KPH	
Carretera	21.3 km
Inversión	23,077,238.01 Nuevos Soles
Mant. Rutn.	1,200.00 N.Soles/año/km
Valor Resid.	2,307,723.80 Nuevos Soles

Inversión		
Manten. y Rehab.	22,399,893.22	Nuevos Soles
Expediente Técnic.	225,781.60	Nuevos Soles
Supervisión	451,563.19	Nuevos Soles

FLUJO DE CAJA ECONOMICO - FCE

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
(1) INGRESOS		5,085,380.41	5,204,371.36	5,326,180.92	5,450,876.40	5,578,526.77	5,709,202.63	5,842,976.28	5,979,921.76	6,120,114.91	6,263,633.35
Flujo de Vehiculos		4,108.14	4,191.80	4,277.24	4,364.49	4,453.60	4,544.60	4,637.54	4,732.45	4,829.40	4,928.41
(2) EGRESOS		-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Rutinario		-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Periodico						435,235.68					1,492,959.60
(3) DEPRECIACION		923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
Depreciacion		923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
(4) UTILIDAD ANTES DE IMP. (1-2-3)		4,205,915.68	4,324,906.63	4,446,716.19	4,571,411.67	4,263,826.36	4,829,737.90	4,963,511.55	5,100,457.03	5,240,650.18	3,891,209.02
(5) IMPUESTOS		799,123.98	821,732.26	844,876.08	868,568.22	810,127.01	917,650.20	943,067.19	969,086.83	995,723.53	739,329.71
Impuestos		799,123.98	821,732.26	844,876.08	868,568.22	810,127.01	917,650.20	943,067.19	969,086.83	995,723.53	739,329.71
(6) UTILIDAD DESPUES DE IMP. (4-5)		3,406,791.70	3,503,174.37	3,601,840.11	3,702,843.45	3,453,699.35	3,912,087.70	4,020,444.35	4,131,370.19	4,244,926.64	3,151,879.30
(7) DEPRECIACION		923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
Depreciacion		923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
(8) INVERSION	23,077,238.01										
(9) CAPITAL DE TRABAJO	0.00										
(10) VALOR RESIDUAL											
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	-23,077,238.01	4,329,881.22	4,426,263.89	4,524,929.63	4,625,932.97	4,376,788.87	4,835,177.22	4,943,533.87	5,054,459.71	5,168,016.16	4,074,968.82

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(1) INGRESOS	6,453,943.81	6,650,183.20	6,852,538.69	7,061,203.40	7,276,376.58	7,498,263.81	7,727,077.21	7,963,035.67	8,206,364.99	8,457,298.20
Flujo de Vehiculos	5,050.40	5,175.73	5,304.49	5,436.79	5,572.72	5,712.40	5,855.94	6,003.44	6,155.03	6,310.83
(2) EGRESOS	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Rutinario	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Periodico						435,235.68				
(3) DEPRECIACION	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
Depreciacion	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
(4) UTILIDAD ANTES DE IMP. (1-2-3)	5,574,479.08	5,770,718.47	5,973,073.96	6,181,738.67	5,961,676.17	6,618,799.08	6,847,612.48	7,083,570.94	7,326,900.26	7,577,833.47
(5) IMPUESTOS	1,059,151.02	1,096,436.51	1,134,884.05	1,174,530.35	1,132,718.47	1,257,571.82	1,301,046.37	1,345,878.48	1,392,111.05	1,439,788.36
Impuestos	1,059,151.02	1,096,436.51	1,134,884.05	1,174,530.35	1,132,718.47	1,257,571.82	1,301,046.37	1,345,878.48	1,392,111.05	1,439,788.36
(6) UTILIDAD DESPUES DE IMP. (4-5)	4,515,328.05	4,674,281.96	4,838,189.90	5,007,208.32	4,828,957.69	5,361,227.25	5,546,566.10	5,737,692.46	5,934,789.21	6,138,045.11
(7) DEPRECIACION	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
Depreciacion	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52	923,089.52
(8) INVERSION										
(9) CAPITAL DE TRABAJO										
(10) VALOR RESIDUAL										2,307,723.80
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	5,438,417.57	5,597,371.48	5,761,279.42	5,930,297.84	5,752,047.21	6,284,316.77	6,469,655.63	6,660,781.98	6,857,878.73	9,368,858.43

4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL TRAZO MODIFICADO

Los resultados de la evaluación se obtienen, como ya se indicó anteriormente, al comparar los flujos de costos de la situación “sin proyecto” con los flujos de costos de la situación “con proyecto”. Dentro de los costos con proyecto se incluyen los costos de la inversión y por diferencia se obtiene el flujo de beneficios netos que permitirá conocer el grado de rentabilidad del proyecto, medido mediante los indicadores de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

Para el cálculo de los precios sociales de la inversión por la rehabilitación y el mejoramiento de la carretera se aplicará una corrección al precio de mercado tomando el factor de corrección de 0.79 por el hecho de estar analizando una situación de proyecto con un presupuesto de monto estimado (ver subtítulo 3.2). Sin embargo se deja en claro que el cálculo correcto es como el desarrollado en el subtítulo 4.1 anterior, diferenciando los componentes de los costos de la mano de obra calificada, mano de obra no calificada, material nacional, equipo nacional, material importado y equipo importado a cuya estructura se le deban aplicar los factores calculados en el cuadro 4.1.2

Cuadro 4.2.1
Costos de Mercado de las Obras de Construcción en soles

	Por 3Km	Por Km	Tramo II Cocachacra-Matucana
Total (S/.)	6'690,194.68	2'230,064.89	S/. 47'500,382.22

Presupuesto de obra – B, Subtítulo 3.2

Cuadro 4.2.2
Costos Económicos de las Obras de Construcción en soles

	Por 3Km	Por Km	Tramo II Cocachacra-Matucana
Total (S/.)	5'285,253.80	1'761,751.26	S/. 37'525,301.96

Siguiendo el mismo procedimiento desarrollado en el subtítulo precedente obtenemos para el presente proyecto:

$$\text{VAN} = \text{S/. } -5'244,129.19$$

$$\text{TIR} = 11.82\%$$

Un resultado que hará inviable el proyecto evaluado.

Flujo de caja económico para el proyecto con Vd=80KPH

PARAMETROS	
Horizonte	20.0 años
COK	14% términos reales
Impuesto	19%
Depreciacion	4% lineal
Año	360 días

DATOS	
Velocidad de Diseño = 80 KPH	
Carretera	21.3 km
Inversion	38,651,061.01 Nuevos Soles
Mant. Rutin.	1,200.00 N.Soles/año/km
Valor Resid.	3,865,106.10 Nuevos Soles

Inversión		
Manten. y Rehab.	37,525,301.96	Nuevos Soles
Expediente Téc.	375,253.02	Nuevos Soles
Supervisión	750,506.04	Nuevos Soles

FLUJO DE CAJA ECONOMICO - FCE

AÑO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
(1) INGRESOS		5,085,380.41	5,204,371.36	5,326,180.92	5,450,876.40	5,578,528.77	5,709,202.63	5,842,976.28	5,979,921.76	6,120,114.91	6,263,633.35
Flujo de Vehiculos		4,108.14	4,191.80	4,277.24	4,364.49	4,453.60	4,544.60	4,637.54	4,732.45	4,829.40	4,928.41
(2) EGRESOS		-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	391,610.89	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	1,449,334.81
Costos de Mant. Rutinario		-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Periodico						435,235.68					1,492,959.60
(3) DEPRECIACION		1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
Depreciacion		1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
(4) UTILIDAD ANTES DE IMP. (1-2-3)		3,582,962.76	3,701,953.71	3,823,763.27	3,948,458.75	3,640,873.44	4,206,784.98	4,340,558.63	4,477,504.11	4,617,697.26	3,288,256.10
(5) IMPUESTOS		680,762.92	703,371.20	726,515.02	750,207.16	691,765.95	799,289.15	824,706.14	850,725.78	877,362.48	620,968.66
Impuestos		680,762.92	703,371.20	726,515.02	750,207.16	691,765.95	799,289.15	824,706.14	850,725.78	877,362.48	620,968.66
(6) UTILIDAD DESPUES DE IMP. (4-5)		2,902,199.83	2,998,582.50	3,097,248.24	3,198,251.58	2,949,107.48	3,407,495.83	3,515,852.49	3,626,778.33	3,740,334.78	2,647,287.44
(7) DEPRECIACION		1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
Depreciacion		1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
(8) INVERSION	38,651,061.01										
(9) CAPITAL DE TRABAJO	0.00										
(10) VALOR RESIDUAL											
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	-38,651,061.01	4,448,242.27	4,544,624.94	4,643,290.69	4,744,294.02	4,495,149.92	4,953,538.27	5,061,894.93	5,172,820.77	5,286,377.22	4,193,329.88

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(1) INGRESOS	6,453,943.81	6,650,183.20	6,852,538.69	7,061,203.40	7,276,376.58	7,498,263.81	7,727,077.21	7,963,035.67	8,206,364.99	8,457,298.20
Flujo de Vehiculos	5,050.40	5,175.73	5,304.49	5,436.79	5,572.72	5,712.40	5,855.94	6,003.44	6,155.03	6,310.83
(2) EGRESOS	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	391,610.89	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Rutinario	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79	-43,624.79
Costos de Mant. Periodico					435,235.68					
(3) DEPRECIACION	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
Depreciacion	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
(4) UTILIDAD ANTES DE IMP. (1-2-3)	4,951,526.16	5,147,765.55	5,350,121.04	5,558,785.75	5,338,723.25	5,995,846.16	6,224,659.56	6,480,618.02	6,703,947.34	6,954,880.55
(5) IMPUESTOS	940,789.97	978,075.45	1,016,523.00	1,056,169.29	1,014,357.42	1,139,210.77	1,182,685.32	1,227,517.42	1,273,749.99	1,321,427.30
Impuestos	940,789.97	978,075.45	1,016,523.00	1,056,169.29	1,014,357.42	1,139,210.77	1,182,685.32	1,227,517.42	1,273,749.99	1,321,427.30
(6) UTILIDAD DESPUES DE IMP. (4-5)	4,010,736.19	4,169,690.09	4,333,598.04	4,502,616.45	4,324,365.83	4,856,635.39	5,041,974.24	5,233,100.59	5,430,197.34	5,633,453.24
(7) DEPRECIACION	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
Depreciacion	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44	1,546,042.44
(8) INVERSION										
(9) CAPITAL DE TRABAJO										
(10) VALOR RESIDUAL										3,865,106.10
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	5,556,778.63	5,715,732.53	5,879,640.48	6,048,658.89	5,870,408.27	6,402,677.83	6,588,016.68	6,779,143.03	6,976,239.78	11,044,601.78

4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para medir el grado de riesgo de la inversión se efectuará el Análisis de Sensibilidad, que mide, en sus diversas opciones, hasta que punto es rentable el proyecto al variar el flujo vehicular así como el costo de la inversión. Se esperan variaciones que permitan, aún así mantener beneficios por encima de la tasa de descuento considerada para este proyecto del 14% y que presente rendimientos (VAN) positivos.

Dado que la única fuente de beneficios para una evaluación del tipo económico son los resultantes de la operación vehicular, y debido a que el cambio del trazo y diseño vial afectan a la inversión, mostraremos el siguiente gráfico donde se muestra la sensibilidad de la TIR después de impuestos, a la magnitud de la Inversión y a la proyección esperada del incremento del tráfico vehicular. También se muestra el respectivo análisis de sensibilidad desde el punto de vista del VAN económico.

Asimismo, y dado que el proyecto evaluado para una velocidad de diseño de 80KPH resulta un VAN negativo (S/. -5'244,129.19), hemos calculado en flujo vehicular para el que dicho VAN se hace cero (TIR=14%), es decir el límite inferior para el cual este proyecto deba mantenerse viable de ser ejecutado. El resultado es un flujo vehicular de 16.6% mayor con respecto al previsto del estudio de tráfico analizado.

Figura 4.2.1
Sensibilidad de la TIR (COK= 14%) para la Vd=60KPH
con flujo vehicular variable

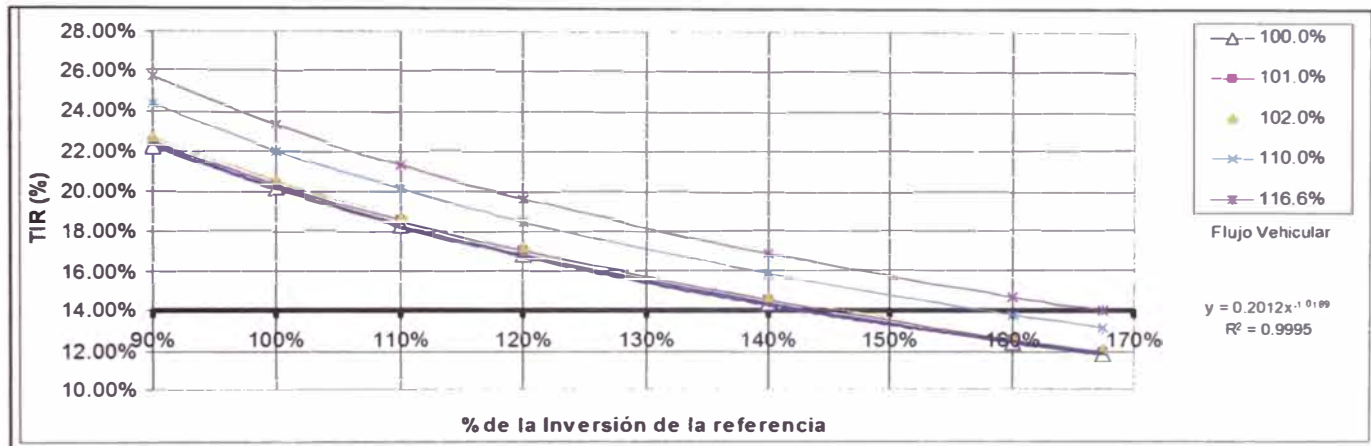
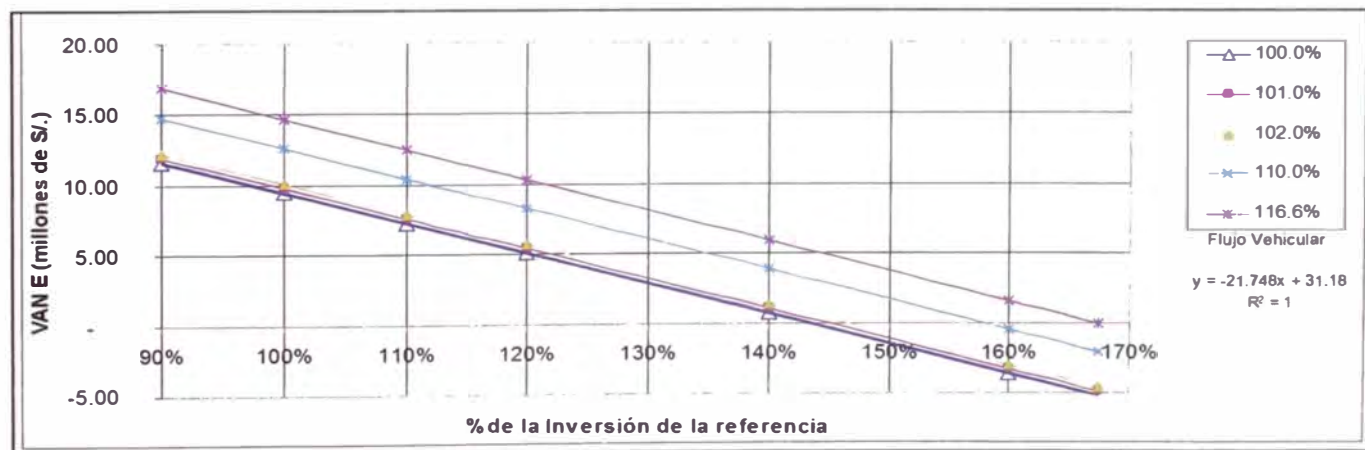


Figura 4.2.2
Sensibilidad del VAN (COK= 14%) para la Vd=60KPH
con flujo vehicular variable



El 100% de la inversión corresponde al proyecto para 80KPH y el 100% del flujo vehicular es el correspondiente al estudio de tráfico analizado.

Figura 4.2.3
Sensibilidad de la TIR (COK= 14%) para la Vd=80KPH
con flujo vehicular variable

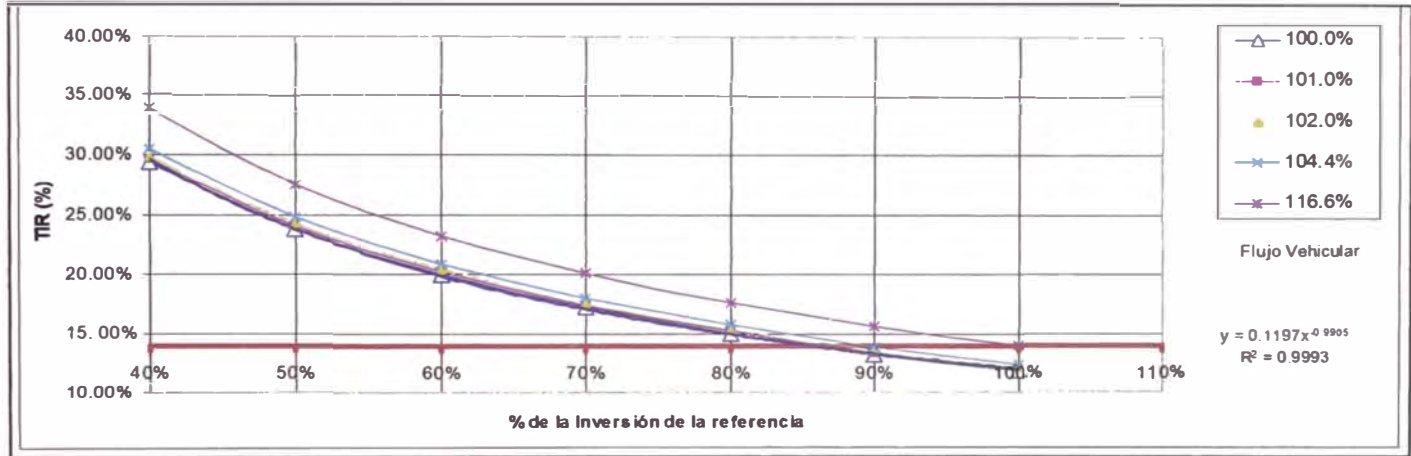
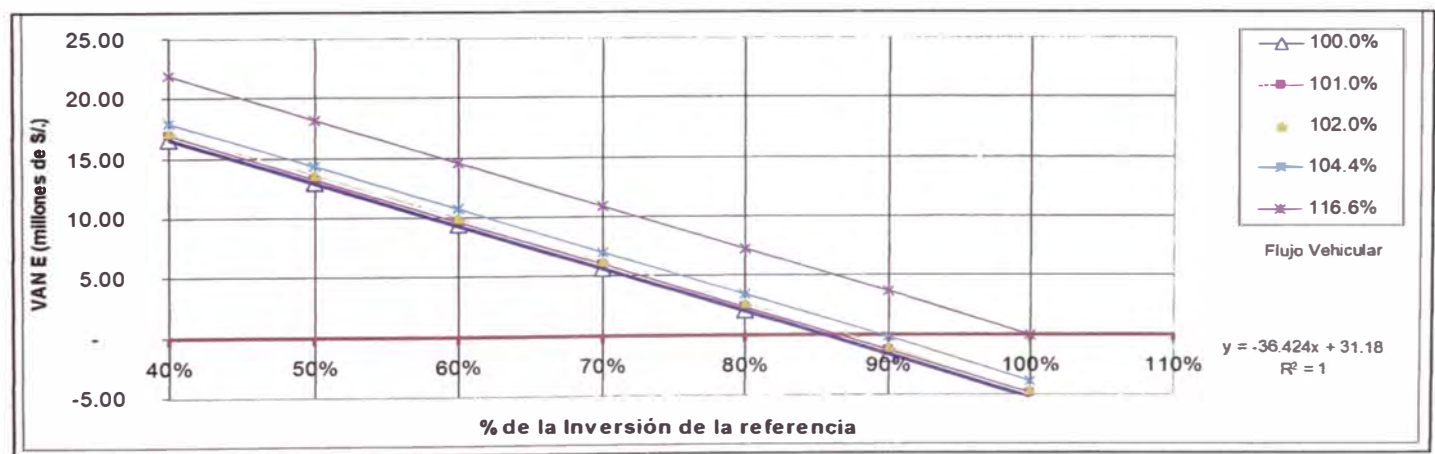


Figura 4.2.4
Sensibilidad del VAN (COK= 14%) para la Vd=80KPH
con flujo vehicular variable



El 100% de la inversión corresponde al proyecto para 80KPH y el 100% del flujo vehicular es el correspondiente al estudio de tráfico analizado.

CONCLUSIONES

Observando los resultados de los indicadores obtenidos al considerar el proyecto después de los impuestos para una velocidad de diseño de 60KPH, el desarrollado en el proyecto original, se aprecia una TIR de 20.11%; tomando como referencia una TIR mínima del 14%, los resultados obtenidos permiten afirmar que los indicadores del proyecto, como tal, son lo bastante atractivos como para enunciar, desde el punto de vista económico, la viabilidad del Proyecto con Velocidad directriz a 60KPH.

Los resultados de los indicadores obtenidos al considerar el proyecto después de los impuestos, para una velocidad de diseño de 80KPH, el desarrollado en el presente estudio, se aprecia una TIR de 11.82%; tomando como referencia la TIR mínima del 14%, los resultados obtenidos indican, desde el punto de vista económico, la inviabilidad del Proyecto con Velocidad directriz a 80KPH.

Si incrementamos el monto de la inversión hasta obtener el necesario para pasar de un proyecto con una velocidad directriz de 60KPH a otro con velocidad directriz de 80KPH requeriríamos de un flujo vehicular anual 16.6% mayor que el esperado para poder compensar el VAN negativo resultante con el beneficio sobre el costo de operación vehicular (COV); tasa difícil de alcanzar dado que el mejor crecimiento para el mayor flujo, correspondiente a los vehículos pesados (camiones de 2, 3, 4 ejes y articulados), es de 3.2% para los últimos 10 años del período de vida del proyecto.

El brusco cambio del VAN económico obtenido al incrementar la velocidad directriz en el diseño de la carretera alerta la necesidad de desarrollar un estudio específico para cada alternativa nueva cuando sea afectada de por medio la velocidad directriz de la misma. Ya que algunos tramos de la vía presentan características que permiten incrementar la velocidad media de circulación de un vehículo, no se puede esperar a priori una relación directa (o lineal inversa) de la inversión con respecto a la velocidad de diseño.

RECOMENDACIONES

Se deberá realizar un análisis integral de las alternativas de diseño, ya que dentro de un sub tramo del proyecto se pueden encontrar diversas variantes que afectan directamente al costo de la inversión.

Dado que algunos tramos de la vía presentan características que permiten que incrementar la velocidad media de circulación de un vehículo, será importante siempre realizar una evaluación independiente de cada proyecto con un cambio en la velocidad directriz, si así se presenta.

El análisis de sensibilidad deberá complementarse con un estudio estadístico de probabilidades para el incremento del flujo vehicular esperado que pueda mostrar la posibilidad del crecimiento del TIR o del VAN en función a ciertos niveles de confianza.

ANEXOS

ANEXO A
PLANO DE UBICACION

ANEXO B
Trazo del proyecto con Vd=60KPH
Km. 61+000 al Km. 64+000

ANEXO C
Variante del trazo del proyecto para Vd=80KPH
Km. 61+000 al Km. 64+000

ANEXO D
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) **Fecha** 30/04/2006

Partida 101.00 **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS**
Rendimiento 1.000 GLB/DIA **Costo unitario directo por : GLB** 393,200.00

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
309939	SEGUROS PARA TRANSPORTE DE EQUIPOS	EST		2 0000	21,000.00	42,000.00
329703	ZARANDA MECANICA (INC. FAJAS)	TON		240 0000	80.00	19,200.00
329704	CHANCADORA PRIMARIA/SECUNDARIA (INC. FAJAS)	TON		360 0000	80.00	28,800.00
329705	PLANTA DE ASFALTO (INC. ACCESORIOS)	TON		440 0000	80.00	35,200.00
329706	TRACTOR S/ORUGAS 140-160 HP	TON		120 0000	80.00	9,600.00
329707	TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP	TON		120 0000	80.00	9,600.00
329708	TRACTOR S/ORUGAS 300-330 HP	TON		120 0000	80.00	9,600.00
329709	CARGADOR S/LLANTAS 135 HP	TON		120 0000	80.00	9,600.00
329710	RODILLO LISO VAP 10 TON	TON		80 0000	80.00	6,400.00
329711	RODILLO NEUMATICO 7-9 TON	TON		40 0000	80.00	3,200.00
329712	RODILLO TANDEM 10 TON	TON		40 0000	80.00	3,200.00
329713	MOTONIVELADORAS 135 HP	TON		120 0000	80.00	9,600.00
329714	EXCAVADORAS S/ORUGAS 300 HP	TON		50 0000	80.00	4,000.00
329715	PAVIMENTADORAS S/LLANTAS	TON		40 0000	80.00	3,200.00
						193,200.00
Equipos						
309985	INSTALACION Y DESINSTALACION DE PLANTA DE ASFALTO	EST	1 00	1 0000	65,000.00	65,000.00
309986	INSTALACION Y DESINST. PLANTA CHANCADORA	EST	1 00	1 0000	40,000.00	40,000.00
309987	INSTALACION Y DESINST. PLANTA ZARANDA	EST	2 00	2 0000	25,000.00	50,000.00
329716	EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (VOLQ/CIST/ETC) IDA	DM	50 00	50 0000	450.00	22,500.00
329717	EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (VOLQ/CIST/ETC) VUELTA	DM	50 00	50 0000	450.00	22,500.00
						200,000.00

Partida 102.00 **TRAZO Y REPLANTEO**
Rendimiento 0.033 MES/DIA **Costo unitario directo por : MES** 22,248.73

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	3 00	727.2727	9.95	7,236.36
470104	PEON	HH	3 00	727.2727	8.97	6,523.64
470321	TOPOGRAFO	HH	3 00	727.2727	11.10	8,072.73
						21,832.73
Materiales						
305504	NIVEL	DIA		2 0000	93.00	186.00
305510	TEODOLITO	DIA		2 0000	115.00	230.00
						416.00

Partida 103.00 **MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**
Rendimiento 1.000 GLB/DIA **Costo unitario directo por : GLB** 200,806.05

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470037	BANDERILLERO	DH	342 00	342 0000	71.80	24,555.60
470104	PEON	HH	45 60	364 8000	8.97	3,272.26
						27,827.86
Materiales						
309921	CONOS REFLECTANTES	UND		20 0000	25.00	500.00
309922	LAMPARAS DE DESTELLOS	UND		20 0000	10.00	200.00
309923	LAMPARINES	UND		45 0000	5.00	225.00
309924	BANDERINES	UND		22 0000	1.50	33.00
309925	SACOS DE ARENA	UND		35 0000	2.00	70.00
309926	TAMBORES (CILINDROS VACIOS)	UND		10 0000	5.00	50.00
440507	TRANQUERAS TIPO BARRERA	UND		10 0000	40.00	400.00
						1,478.00
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	27,827.86	1,391.39
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	45 00	360 0000	108.80	39,168.00
481294	CAMION CISTERNA 3,000 GL (AGUA)	HM	45 00	360 0000	102.00	36,720.00
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	HM	7 00	56 0000	106.80	6,092.80
490491	CARGADOR S/LLANTAS 125-135 HP, 3 YD3	HM	45 00	360 0000	115.60	41,616.00
490903	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	45 00	360 0000	129.20	46,512.00
						171,500.19

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) Fecha 30/04/2006

Partida 104.00 CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA
Rendimiento 1.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 11,655.26

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	2.00	16.0000	9.95	159.20
470104	PEON	HH	4.00	32.0000	8.97	287.04
Materiales						
020008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		7.5000	2.80	21.00
210092	CEMENTO PORTLAND TIPO I (EN FCA)S-PUB	BOL		1.5000	16.00	24.00
320029	FLETE TRANSPORTE LOCAL	KG		63.7500	0.08	5.10
380004	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	M3		0.6000	25.00	15.00
391316	ESTERA DE 2.00 X 3.00 M.	UND		15.0000	9.00	135.00
430025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	P2		120.0000	60.00	7,200.00
439000	CASETA AREA TECHADA SEDAPAL	M2		38.0000	100.00	3,800.00
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	446.24	8.92
8.92						

Partida 205.00 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES
Rendimiento 1.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 9.37

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
910103	CORTE DE PLATAFORMA EN MAT SUELTO C/EQUIPO	M3		0.5230	4.01	2.10
910104	CORTE DE PLATAFORMA EN ROCA SUELTA C/EXPLOSIVOS	M3		0.4770	15.24	7.27
9.37						

Partida 210.00 CONFORMACION DE TERRAPLEN
Rendimiento 480.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 15.63

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470104	PEON	HH	4.00	0.0667	8.97	0.60
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.60	0.03
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	HM	1.00	0.0167	108.80	1.82
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1.00	0.0167	153.00	2.56
490903	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1.00	0.0167	129.20	2.16
6.57						
Insumos Partida						
910401	PERFILADO Y COMPACT DE SUPERFICIE PARA TERRAPLEN	M2		2.0000	1.95	3.90
930601	MATERIAL GRANULAR PARA RELLENO	M3		1.0000	3.55	3.55
940202	TRANSPORTE DE AGUA	M3		0.1250	8.07	1.01
8.46						

Partida 303.01 SUB BASE GRANULAR
Rendimiento 200.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 43.15

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470104	PEON	HH	4.00	0.1600	8.97	1.44
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.44	0.07
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	HM	1.00	0.0400	108.80	4.35
490903	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1.00	0.0400	129.20	5.17
9.59						
Insumos Partida						
930602	MATERIAL GRANULAR PARA SUB BASE	M3		1.2500	24.89	31.11
940202	TRANSPORTE DE AGUA	M3		0.1250	8.07	1.01
32.12						

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) Fecha 30/04/2006

Partida 305.00 BASE GRANULAR
Rendimiento 180.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 52.13

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470104	PEON	HH	4.00	0 1778	8.97	1.59
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	1.59	0.08
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	HM	1.00	0 0444	108.80	4.83
490903	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	HM	1.00	0 0444	129.20	5.74
Insumos Partida						
930603	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	M3		1.2500	31.10	38.88
940202	TRANSPORTE DE AGUA	M3		0 1250	8.07	1.01
						39.89

Partida 401.00 IMPRIMACION ASFALTICA
Rendimiento 3,800.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 0.49

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	1.00	0 0021	9.95	0.02
470104	PEON	HH	3.00	0 0063	8.97	0.06
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	0.08	0.00
490191	BARREDORA MECANICA 10-20 HP	HM	1.00	0 0021	16.90	0.04
490361	TRACTOR DE TIRO MF 265 DE 63 HP	HM	1.00	0 0021	52.50	0.11
493103	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS.	HM	1.00	0 0021	126.00	0.26
						0.41

Partida 410.00 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO
Rendimiento 180.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 211.10

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	2.00	0 0889	9.95	0.88
470104	PEON	HH	8.00	0 3556	8.97	3.19
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	4.07	0.20
490373	RODILLO NEUMAT. AUT. 5.5-20 TN	HM	1.00	0 0444	108.80	4.83
491136	RODILLO TANDEM 8 A 10 TN.	HM	1.00	0 0444	108.80	4.83
492504	PAVIMENTADORA S/LLANTAS 10' -16'	HM	1.00	0 0444	108.80	4.83
Insumos Partida						
950101	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (S/ASFALTO)	M3		1.2500	153.87	192.34
						192.34

Partida 420.02 ASFALTO SOLIDO PEN 85/100
Rendimiento 1.000 GLN/DIA Costo unitario directo por : GLN 3.90

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
200103	CEMENTO ASFALTICO PEN 85/100	GLN		1 0400	3.37	3.50
320195	FLETE CEMENTO ASFALTICO	GLN		1 0600	0.38	0.40
						3.90

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) Fecha 30/04/2006

Partida 422.01 ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30
Rendimiento 1.000 GLN/DIA Costo unitario directo por : GLN 4.46

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
130313	ASFALTO LIQUIDO MC-30	GLN		1 0000	4.06	4.06
320196	FLETE ASFALTO LIQUIDO	GLN		1 0600	0.38	0.40
						4.46

Partida 423.00 FILLER O RELLENO MINERAL
Rendimiento 1.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 0.42

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Materiales						
300100	CAL HIDRATADA	KG		1.0500	0.40	0.42
						0.42

Partida 601.00 EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS
Rendimiento 1.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 15.58

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
910106	EXCAVACION P/ ESTRUCTURAS EN MAT. SUELTO C/EQUIPO	M3		0.5230	8.39	4.39
910107	EXCAVACION P/ ESTRUCTURAS EN ROCA SUELTA C/EQUIPO	M3		0.4770	23.45	11.19
						15.58

Partida 605.00 RELLENO PARA ESTRUCTURAS
Rendimiento 60.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 31.35

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.2667	9.95	2.65
470104	PEON	HH	6.00	0.8000	8.97	7.18
						9.83
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	9.83	0.49
490304	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	HM	2.00	0.2667	16.50	4.40
490374	RODILLO LISO VIBRATORIO AUT. 1.8 TN	HM	1.00	0.1333	40.80	5.44
490421	RETROEXCAVADOR S/LANTAS 58 HP 1 YD3.	HM	0.50	0.0667	86.00	5.74
						16.07
Insumos Partida						
930601	MATERIAL GRANULAR PARA RELLENO	M3		1.2500	3.55	4.44
940202	TRANSPORTE DE AGUA	M3		0.1250	8.07	1.01
						5.45

Partida 610.01 CONCRETO fc = 100 kg/cm2
Rendimiento 1.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 234.13

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
920102	CONCRETO FC= 100 KG/CM2 (C.MEZCL.) C/ADITIVOS	M3		1.0200	187.82	191.58
920103	COLOCACION DE CONC. P/OBRAS ARTE C/MEZCL	M3		1.0200	41.72	42.55
						234.13

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) Fecha 30/04/2006

Partida 610.03 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
Rendimiento 1.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 295.94

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
920103	COLOCACION DE CONC. P/OBRAS ARTE C/MEZCL	M3		1 0200	41 72	42 55
920104	CONCRETO FC= 175 KG/CM2 (C MEZCL) C/ADITIVOS	M3		1 0200	248 42	253 39
						295.94

Partida 610.06 CONCRETO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$
Rendimiento 1.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 211.39

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
920101	CONCRETO FC= 140 KG/CM2 (C/MEZCL) C/ADITIVOS	M3		0 7140	231 58	165 35
920103	COLOCACION DE CONC. P/OBRAS ARTE C/MEZCL	M3		1 0200	41 72	42 55
930202	PIEDRA GRANDE PARA CONCRETO	M3		0 3060	11 40	3 49
						211.39

Partida 610.07 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$
Rendimiento 1.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 223.41

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
920103	COLOCACION DE CONC. P/OBRAS ARTE C/MEZCL	M3		1 0200	41 72	42 55
920104	CONCRETO FC= 175 KG/CM2 (C MEZCL) C/ADITIVOS	M3		0 7140	248 42	177 37
930202	PIEDRA GRANDE PARA CONCRETO	M3		0 3060	11 40	3 49
						223.41

Partida 612.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO
Rendimiento 1.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 38.12

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
960101	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS NORMAL	M2		0 7500	35 08	26 31
960102	ENCOFRADO Y DESENC. DE ESTRUCTURAS CARAVISTA	M2		0 2500	47 24	11 81
						38.12

Partida 615.00 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Rendimiento 240.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.63

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1 00	0 0333	11 10	0 37
470103	OFICIAL	HH	2 00	0 0667	9 95	0 66
						1.03
Materiales						
020010	ALAMBRE NEGRO PROMEDIO	KG		0 0300	2 80	0 08
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1 0300	2 40	2 47
						2.55
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	1 03	0 05
						0.05

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) Fecha 30/04/2006

Partida 622.01 ALCANTARILLA TMC D=36"
Rendimiento 10.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 302.82

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	2.00	1 6000	11.10	17.76
470104	PEON	HH	6.00	4 8000	8.97	43.06
Materiales						
090139	ALCANTARILLA TMC D=36"	M		1 0300	232.00	238.96
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	60.82	3.04
						3.04

Partida 622.02 ALCANTARILLA TMC D=48"
Rendimiento 8.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 390.88

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	2.00	2 0000	11.10	22.20
470104	PEON	HH	6.00	6 0000	8.97	53.82
Materiales						
090114	ALCANTARILLA TMC CALIBRE 10 D=48"	M		1 0300	302.00	311.06
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	76.02	3.80
						3.80

Partida 635.05 CUNETAS REVESTIDAS TRIANGULARES
Rendimiento 1.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 64.25

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
910106	EXCAVACION P/ ESTRUCTURAS EN MAT. SUELTO C/EQUIPO	M3		0 3000	8.39	2.52
910403	PERFILADO Y COMPACT. DE SUPERF. EXCAV. ESTRUCT. C/EQUIPO	M2		1 8000	1.95	3.51
920104	CONCRETO FC= 175 KG/CM2 (C/MEZCL.) C/ADITIVOS	M3		0 1650	248.42	40.99
920106	COLOCACION DE CONC. P/CUNETAS C/MEZCL.	M3		0 1650	37.35	6.16
920201	CURADO DE OBRAS DE ARTE	M2		0 6500	0.88	0.57
960103	ENCOFRADO Y DESENC. CUNETAS REVESTIDAS TIPO C1, C2	M2		0 0600	14.91	0.89
970101	JUNTA DE DILATACION DE CUNETA CON IGOL	M		0 6000	16.01	9.61
						64.25

Partida 640.02 EMBOQUILLADO PARA e=0.15 m
Rendimiento 1.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 56.84

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
880101	COLOCACION DE PIEDRA PARA EMBOQUILLADOS	M2		1 0000	13.38	13.38
910102	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MAT. SUELTO MANUAL	M3		0 1500	25.12	3.77
910404	PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL	M2		1 0000	4.80	4.80
920101	CONCRETO FC= 140 KG/CM2 (C/MEZCL.) C/ADITIVOS	M3		0 1050	231.58	24.32
920103	COLOCACION DE CONC. P/OBRAS ARTE C/MEZCL.	M3		0 1050	41.72	4.38
931001	PIEDRA GRANDE PARA EMPEDRADOS	M3		0 1080	11.40	1.23
980101	MORTEROS CEMENTO - ARENA 1 3	M3		0 0210	236.00	4.96
						56.84

Análisis de precios unitarios

Obra	0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA" ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000					
Fórmula	01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000)				Fecha	30/04/2006
Partida	645.00 DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES					
Rendimiento	45.000 M3/DIA		Costo unitario directo por : M3			31.04
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.3566	9.95	3.54
470104	PEON	HH	2.00	0.3566	8.97	3.19
6.73						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.73	0.34
490102	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	HM	1.00	0.1778	49.00	8.71
490491	CARGADOR S/LANTAS 125-135 HP, 3 YD3	HM	0.50	0.0889	115.60	10.28
490606	MARTILLO NEUMATICO DE 29 Kg	HM	2.00	0.3566	14.00	4.98
24.31						
Partida	650.04 JUNTA ASFALTICA PARA CUNETAS REVESTIDAS Y CUNETAS BERMA					
Rendimiento	120.000 M/DIA		Costo unitario directo por : M			14.57
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.1333	9.95	1.33
470104	PEON	HH	1.00	0.0667	8.97	0.60
1.93						
Materiales						
302211	TECKNOPORT e=3/4" x 0.60 x 1.20	PLN		0.1200	1.40	0.17
302411	ADITIVO IMPRIMANTE ASFALTICO IGOL PRIMER	KG		0.0020	20.00	0.04
302412	ADITIVO SELLO ASFALTICO IGAS NEGRO	KG		0.8500	14.50	12.33
12.54						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.93	0.10
0.10						
Partida	700.01 MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA D<= 1 KM					
Rendimiento	230.000 M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K			4.89
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	0.25	0.0087	9.95	0.09
0.09						
Equipos						
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1.00	0.0348	108.80	3.79
490491	CARGADOR S/LANTAS 125-135 HP, 3 YD3	HM	0.25	0.0087	115.60	1.01
4.80						
Partida	700.02 MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA D> 1KM					
Rendimiento	700.000 M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K			1.24
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipos						
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1.00	0.0114	108.80	1.24
1.24						
Partida	700.03 MEZCLA ASFALTICA PARA D<= 1KM					
Rendimiento	171.429 M3K/DIA		Costo unitario directo por : M3K			5.08
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipos						
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1.00	0.0467	108.80	5.08
5.08						

Análisis de precios unitarios

Obra	0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"					
	ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000					
Fórmula	01	TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000)			Fecha	30/04/2006
Partida	700.04	MEZCLA ASFALTICA PARA D> 1 KM				
Rendimiento	666.667	M3K/DIA	Costo unitario directo por : M3K			1.31
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Equipos					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1.00	0.0120	108.80	1.31
						1.31
Partida	700.09	ELIMINACION DE MATERIAL A BOTADERO PARA D<= 1 KM				
Rendimiento	230.000	M3K/DIA	Costo unitario directo por : M3K			4.89
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470103	OFICIAL	HH	0.25	0.0087	9.95	0.09
						0.09
	Equipos					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1.00	0.0348	108.80	3.79
490491	CARGADOR SILLANTAS 125-135 HP, 3 YD3	HM	0.25	0.0087	115.60	1.01
						4.80
Partida	700.10	ELIMINACION DE MATERIAL A BOTADERO PARA D> 1 KM				
Rendimiento	722.222	M3K/DIA	Costo unitario directo por : M3K			1.21
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Equipos					
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1.00	0.0111	108.80	1.21
						1.21
Partida	801.01	SEÑALES PREVENTIVAS COMPLETAS				
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			471.72
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.0000	11.10	11.10
470104	PEON	HH	2.00	2.0000	8.97	17.94
						29.04
	Materiales					
021019	PERNO HEX. ROSCA CORR G-2 6x1/2"	UND		2.0000	1.00	2.00
303207	SEÑAL PREVENTIVA 75x75 cm	UND		1.0000	287.00	287.00
620013	POSTE DE CONCRETO PARA SEÑALES	UND		1.0000	120.00	120.00
						409.00
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.04	1.45
						1.45
	Insumos Partida					
920301	CIMENTACION DE POSTE PARA SEÑAL	UND		1.0000	32.23	32.23
						32.23
Partida	802.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS COMPLETAS				
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			473.78
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470102	OPERARIO	HH	1.00	1.0000	11.10	11.10
470103	OFICIAL	HH	2.00	2.0000	9.95	19.90
						31.00
	Materiales					
021099	PERNO HEX. ROSCA CORR G-2 1x3/8"	UND		2.0000	1.00	2.00
303209	SEÑAL REGLAMENTARIA 75x75 cm	UND		1.0000	287.00	287.00
620013	POSTE DE CONCRETO PARA SEÑALES	UND		1.0000	120.00	120.00
						409.00
	Equipos					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	31.00	1.55
						1.55
	Insumos Partida					
920301	CIMENTACION DE POSTE PARA SEÑAL	UND		1.0000	32.23	32.23
						32.23

Análisis de precios unitarios

Obra 0491001 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"
ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000

Fórmula 01 TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000) Fecha 30/04/2006

Partida 805.00 POSTES DELINEADORES
Rendimiento 16.000 UND/DIA Costo unitario directo por : UND 160.41

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.5000	11.10	5.55
470104	PEON	HH	0.50	0.2500	8.97	2.24
Materiales						
625401	POSTE DE CONCRETO DELINEADOR	UND		1.0000	120.00	120.00
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.79	0.39
Insumos Partida						
920302	CIMENTACION DE POSTE DELINEADOR O KILOMETRICO	UND		1.0000	32.23	32.23
32.23						

Partida 810.00 MARCAS PERMANENTES EN EL PAVIMENTO
Rendimiento 160.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 11.99

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0500	11.10	0.56
470104	PEON	HH	2.00	0.1000	8.97	0.90
Materiales						
309936	MICRO ESFERA DE VIDRIO	KG		0.4000	7.40	2.96
544499	DISOLVENTE DE PINTURA	GLN		0.0250	20.00	0.50
544570	PINTURA DE TRAFICO	GLN		0.1000	56.00	5.60
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.46	0.07
480866	ROCIADOR DE PINTURA	HM	1.00	0.0500	28.00	1.40
1.47						

Partida 820.00 GUARDAVIAS (INCLUYE TERMINAL Y CAPTAFAROS)
Rendimiento 40.000 M/DIA Costo unitario directo por : M 129.31

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	11.10	2.22
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.2000	9.95	1.99
470104	PEON	HH	2.00	0.4000	8.97	3.59
Materiales						
309937	GUARDAVIAS (INCLUYE ACCESORIOS)	M		1.0000	95.00	95.00
309938	TERMINAL DE GUARDAVIAS TIPO 1	UND		0.0200	35.00	0.70
540600	PINTURA ANTICORROSIVA	GLN		0.1000	40.00	4.00
541190	PINTURA ESMALTE	GLN		0.1000	40.00	4.00
544499	DISOLVENTE DE PINTURA	GLN		0.0250	20.00	0.50
104.20						
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.80	0.39
0.39						
Insumos Partida						
920303	CIMENTACION DE POSTE PARA GUARDAVIA	UND		0.5250	32.23	16.92
16.92						

Análisis de precios unitarios

Obra	0491001	PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA"					
		ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000					
Fórmula	01	TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000)				Fecha	30/04/2006
Partida	830.00	POSTES DE KILOMETRAJE					
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			168.60	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1 00	1 0000	11 10	11.10	
470104	PEON	HH	0 50	0 5000	8 97	4.49	
						15.59	
	Materiales						
620014	POSTE DE CONCRETO KILOMETRICO	UND		1 0000	120 00	120.00	
						120.00	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	15 59	0.78	
						0.78	
	Insumos Partida						
920302	CIMENTACION DE POSTE DELINEADOR O KILOMETRICO	UND		1 0000	32 23	32.23	
						32.23	

Partida	840.00	PINTADO DE PARAPETOS EN MUROS Y ALCANTARILLAS					
Rendimiento	20.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2			14.68	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470102	OPERARIO	HH	1 00	0 4000	11 10	4.44	
470104	PEON	HH	1 00	0 4000	8 97	3.59	
						8.03	
	Materiales						
541190	PINTURA ESMALTE	GLN		0 1000	40 00	4.00	
544499	DISOLVENTE DE PINTURA	GLN		0 0125	20 00	0.25	
548301	PINTURA IMPRIMANTE	GLN		0 1000	20 00	2.00	
						6.25	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	8 03	0.40	
						0.40	

Partida	845.00	REMOCION DE SEÑALES EXISTENTES, SIN TRANSPORTE					
Rendimiento	8.000	UND/DIA	Costo unitario directo por : UND			29.28	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470103	OFICIAL	HH	1 00	1 0000	9 95	9.95	
470104	PEON	HH	2 00	2 0000	8 97	17.94	
						27.89	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	27 89	1.39	
						1.39	

Partida	900.06	ACONDICIONAMIENTO DE EXCEDENTES EN ZONAS DE BOTADEROS					
Rendimiento	1,200.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			1.61	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470104	PEON	HH	2 00	0 0133	8 97	0.12	
						0.12	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	0 12	0.01	
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1 00	0 0067	221 00	1.48	
						1.49	

Análisis de precios unitarios

Obra	0491001	PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA "HÉROES DE LA BREÑA" ZONA 1 - TRAMO 2: COCACHACRA - MATUCANA. SUBTRAMO KM.61+000 AL KM.64+000					
Fórmula	01	TRAMO 2: MATUCANA COCACHACRA (KM 61+000 - KM 64+000)				Fecha	30/04/2006
Partida	900.07	RECUPERACION DE AREAS AFECTADAS: LIMPIEZA Y RESTAURACION					
Rendimiento	3,100.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2				1.81
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470104	PEON	HH	4 00	0.0103	8 97	0.09	0.09
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	0 09	0.00	
480436	CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	1 00	0 0026	108 80	0.28	
490313	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T	HM	1 00	0 0026	108 80	0.28	
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1 00	0 0026	221 00	0.57	
490491	CARGADOR SILLANTAS 125-135 HP, 3 YD3	HM	0 50	0 0013	115 60	0.15	
490903	MOTONI VELADORA DE 130-135 HP	HM	1 00	0 0026	129 20	0.34	1.62
	Insumos Partida						
940202	TRANSPORTE DE AGUA	M3		0 0120	8 07	0.10	0.10

ANEXO E
TABLAS – MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2001

**TABLA 402.01
LONGITUD DE TRAMOS EN TANGENTE**

V_d (Km/h)	$L_{min.s}$ (m)	$L_{min.o}$ (m)	$L_{máx}$ (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171
140	195	390	2338
150	210	420	2510

Siendo:

- $L_{min.s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).
 $L_{min.o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).
 $L_{máx}$ = Longitud máxima (m).
 V_d = Velocidad de diseño (Km/h)

TABLA 402.02
RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS PARA DISEÑO DE CARRETERAS

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	P máx%	Radio Mínimo (m)
Area Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	35
	40	4,00	60
	50	4,00	100
	60	4,00	150
	70	4,00	215
	80	4,00	280
	90	4,00	375
	100	4,00	495
	110	4,00	635
	120	4,00	875
	130	4,00	1110
	140	4,00	1405
	150	4,00	1775
Area Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	30
	40	6,00	55
	50	6,00	90
	60	6,00	135
	70	6,00	195
	80	6,00	255
	90	6,00	335
	100	6,00	440
	110	6,00	560
	120	6,00	755
	130	6,00	950
	140	6,00	1190
	150	6,00	1480
Area Rural(Tipo 1,2 ó 3)	30	8,00	30
	40	8,00	50
	50	8,00	85
	60	8,00	125
	70	8,00	175
	80	8,00	230
	90	8,00	305
	100	8,00	395
	110	8,00	505
	120	8,00	670
	130	8,00	835
	140	8,00	1030
	150	8,00	1265
Area Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	25
	40	12,00	45
	50	12,00	70
	60	12,00	105
	70	12,00	150
	80	12,00	195
	90	12,00	255
	100	12,00	330
	110	12,00	415
	120	12,00	540
	130	12,00	665
	140	12,00	815
	150	12,00	985

TABLA 402.01g
RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS PARA DISEÑO DE CARRETERAS.

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	p máx%	f máx	Radio calculado(m)	Radio Redondeado(m)
Area Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	0,17	33,7	35
	40	4,00	0,17	60,0	60
	50	4,00	0,16	98,4	100
	60	4,00	0,15	149,2	150
	70	4,00	0,14	214,3	215
	80	4,00	0,14	280,0	280
	90	4,00	0,13	375,2	375
	100	4,00	0,12	835,2	495
	110	4,00	0,11	1108,9	635
	120	4,00	0,19	872,2	875
	130	4,00	0,08	1108,9	1110
	140	4,00	0,07	1403,0	1405
	150	4,00	0,06	1771,7	1775
Area Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	0,17	30,8	30
	40	6,00	0,17	54,8	55
	50	6,00	0,16	89,5	90
	60	6,00	0,15	135,0	135
	70	6,00	0,14	192,9	195
	80	6,00	0,14	252,9	255
	90	6,00	0,13	437,4	335
	100	6,00	0,12	560,4	440
	110	6,00	0,11	755,9	560
	120	6,00	0,09	950,5	755
	130	6,00	0,08	1187,2	950
	140	6,00	0,07	1476,4	1190
	150	6,00	0,09	755,9	1480
Area Rural (Tipo 1,2 ó 3)	30	8,00	0,17	28,3	30
	40	8,00	0,17	50,4	50
	50	8,00	0,16	82,0	85
	60	8,00	0,15	123,2	125
	70	8,00	0,14	175,4	175
	80	8,00	0,14	229,1	230
	90	8,00	0,13	303,7	305
	100	8,00	0,12	393,7	395
	110	8,00	0,11	501,5	505
	120	8,00	0,09	667,0	670
	130	8,00	0,08	831,7	835
	140	8,00	0,07	1028,9	1030
	150	8,00	0,06	1265,5	1265
Area Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
	130	12,00	0,08	665,4	665
	140	12,00	0,07	812,3	815
	150	12,00	0,06	984,3	985

TABLA 402.08
RADIOS SOBRE LOS CUALES SE PUEDE
PRESCINDIR DE LA CURVA DE TRANSICIÓN

V (Kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800	2000

La anterior tabla no significa que para radios superiores a los indicados se deba suprimir la curva de transición; ello es optativo y dependerá en parte del sistema de trabajo en uso.