



EVALUACIÓN EX POST

Mejoramiento Ruta M-40 Sector Los Pellines- Empedrado, VII Región y Construcción Acceso Costanera Norte- Hornitos, II Región

Ministerio de Desarrollo Social

División de Evaluación Social de Inversiones

Departamento de Estudios

Agosto 2013

Por la **Ley No20.530 Título I, Art.1**: Créase el **Ministerio de Desarrollo Social** como la Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes, y programas en materia de equidad y/o desarrollo social, especialmente aquellas destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección social a las personas o grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social y la participación con igualdad de oportunidades en la vida nacional (...)"

El presente documento, forma parte de las publicaciones que se suman a esta nueva institucionalidad.

Departamento de Estudios
División de Evaluación Social de Inversiones,
Ministerio de Desarrollo Social

Gobierno de Chile

Agosto de 2013

EVALUACION EX POST

PROYECTOS

**“MEJORAMIENTO RUTA M – 40 SECTOR LOS
PELLINES – EMPEDRADO,
VII REGION Y CONSTRUCCIÓN ACCESO
COSTANERA NORTE – HORNITOS, II REGION”**

2005

1. EVALUACIÓN EX POST PROYECTO MEJORAMIENTO RUTA M-40 SECTOR LOS PELLINES-EMPEDRADO

Nombre del Proyecto:	Mejoramiento Ruta M-40 sector: Cruce Ruta M-30-L Los Pellines
Código BIP:	20076475-2

A. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA EVALUACIÓN EX - ANTE

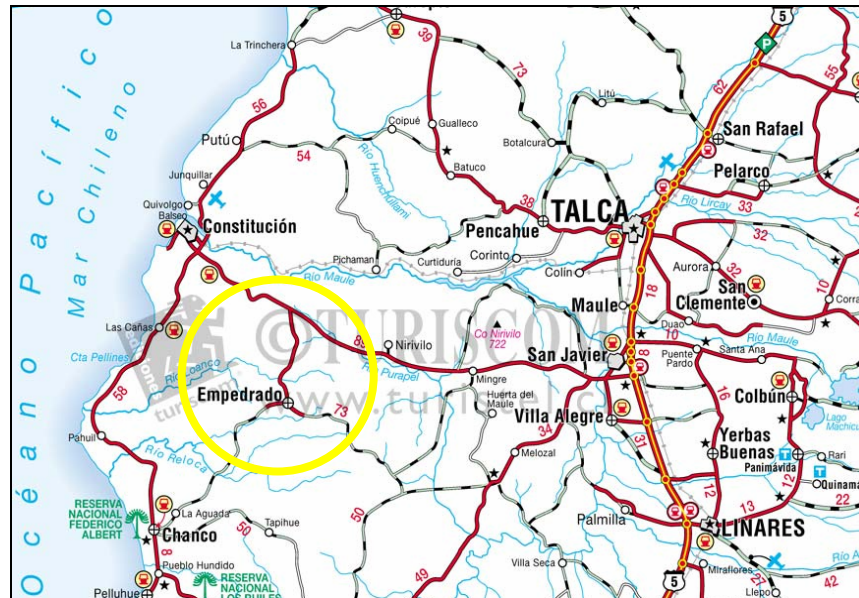
A.1. Análisis de la Formulación Ex – Ante del Proyecto

a) Identificación del problema

La Ruta M-40 se emplaza en una zona cordillerana, donde el trazado es muy accidentado. La planta es sinuosa y con abundantes curvas horizontales de radios muy reducidos. En todo el trayecto existen muy pocas viviendas y están siempre relacionadas con la actividad forestal.

El cambio de estándar del sector provocado por este proyecto permite solucionar el problema de la interconexión de la localidad de Empedrado y la zona de Constitución, con los beneficios que ello involucra en cuanto al costo operacional de transporte, afectando principalmente a la producción forestal que constituye su principal flujo productivo. En la siguiente figura se muestra la ubicación general del sector del proyecto.

Figura 0-1: Plano General VII Región, Sector Empedrado – Pellines



Fuente: Turistel www.turistel.cl

b) Diagnóstico de la situación sin proyecto

En las fotos que se muestran a continuación se puede apreciar las características del camino en la situación sin proyecto.

Figura 0-2: Ruta antes del Proyecto

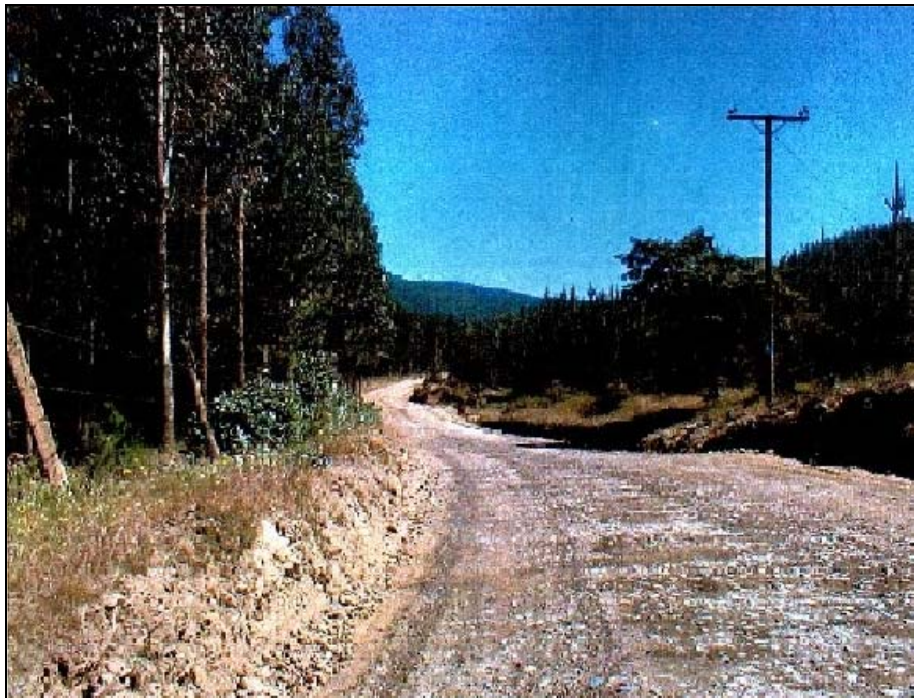


Figura 0-3: Término de la Ruta Situación Sin Proyecto, sector Empedrado

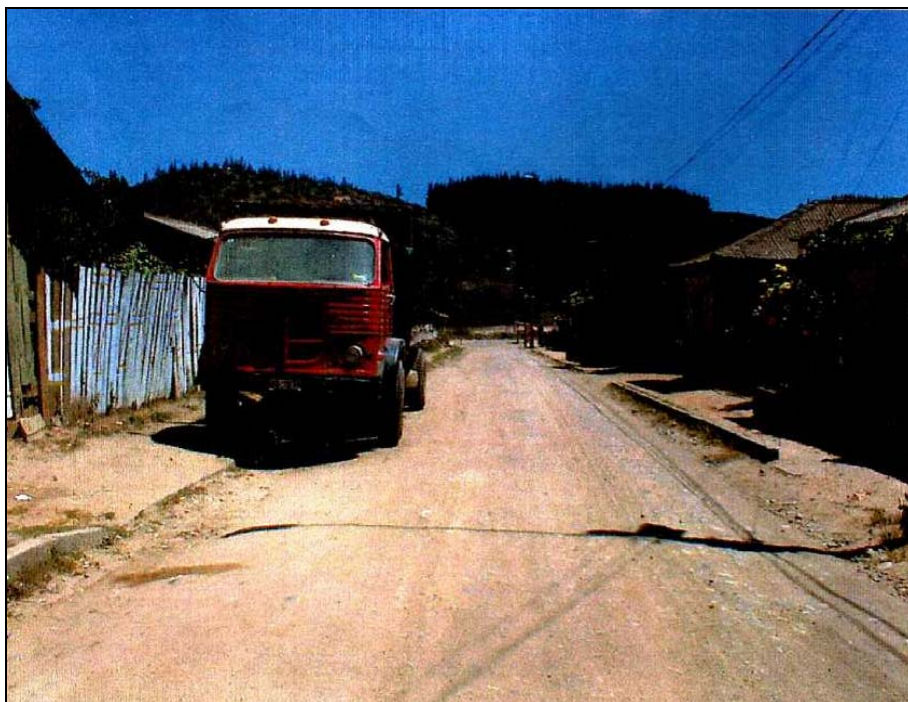
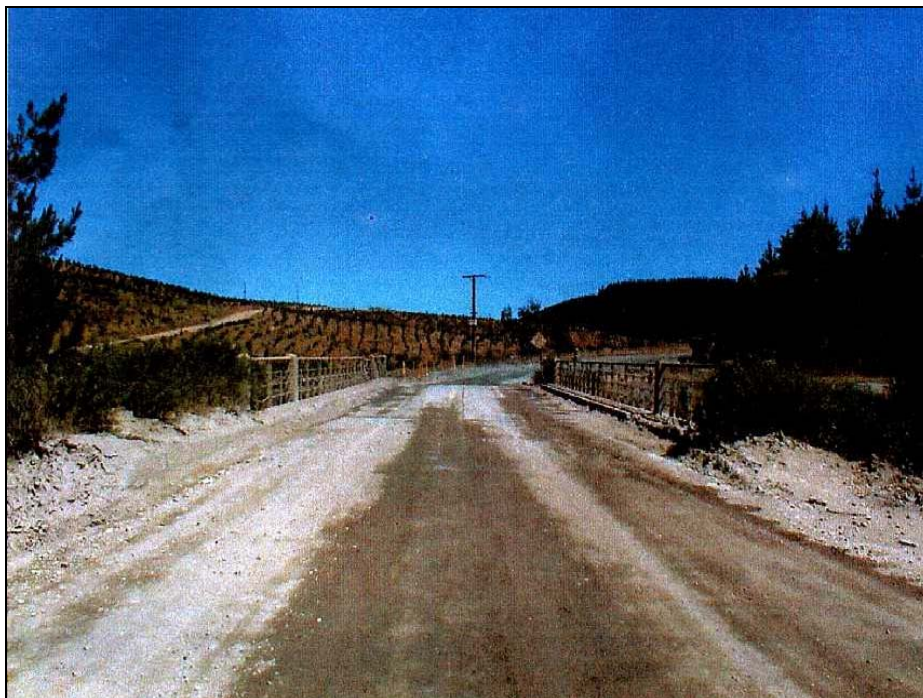


Figura 0-4: Puente Colmenares antes del Proyecto



A.2. Análisis de los Antecedentes Ex – Ante sobre la Ejecución y Operación del Proyecto

a) Etapa de ejecución del proyecto

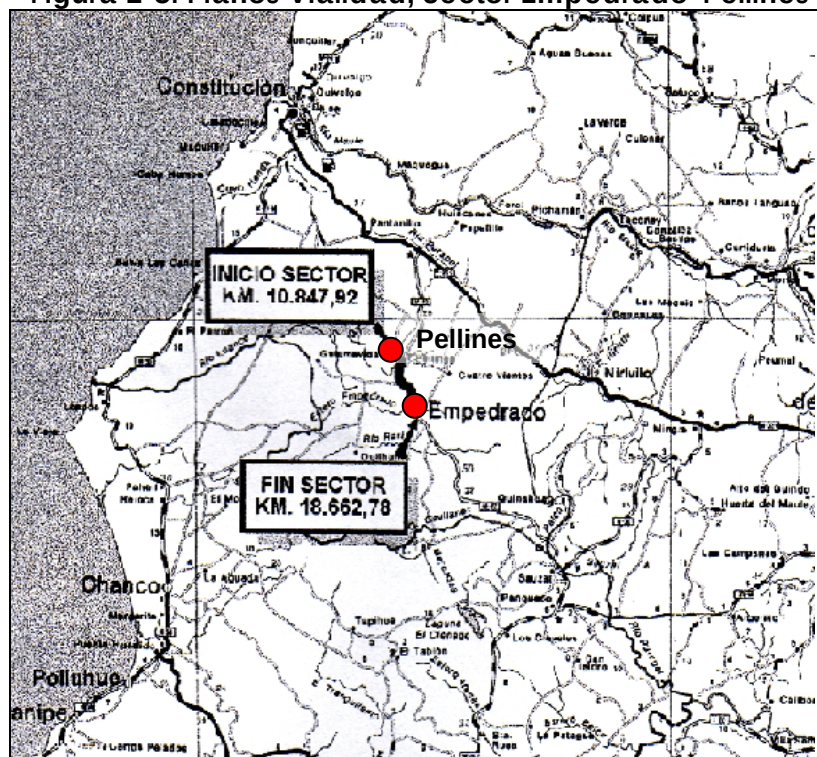
- Descripción

Anteriormente al proyecto analizado, se realizó el “Mejoramiento Ruta M-40 sector: Cruce Ruta M-30-L Los Pellines” (BIP 20076475-2). Éste consistió en la pavimentación desde el cruce hasta Pellines en una extensión aproximada de 10.9 Km. La continuación hacia Empedrado quedó sin modificaciones para ser pavimentado posteriormente. El proyecto analizado en el presente estudio es la continuación del mencionado anteriormente.

Comprendió la pavimentación de la ruta entre Pellines y Empedrado con una longitud de 7.8 Km. aproximadamente, en carpeta de rodadura granular, y labores de conservación en los puentes “Quila”, “Colmenares” y “Empedrado”, de 10 a 20 m. de longitud.

En la siguiente figura se muestra la ubicación general del proyecto.

Figura 1-5: Planos Vialidad, Sector Empedrado–Pellines



- Monto de la inversión

La inversión privada del proyecto considerada en la evaluación ex - ante fue de \$ 1.108 millones, en moneda del 31 de diciembre de 1995. Este valor sólo incorpora los costos en infraestructura (obras civiles).

Tabla 1-1: Monto de Inversión Estimada Ex – Ante

Monto de Inversión Estimada Ex - Ante	
Monto Inversión Privada (M\$)	1.108.000
Inicio Ejecución	17-02-2000
Término Ejecución	20-04-2001

Moneda 31/ 12/ 95.

Los valores de inversión privados deben ser corregidos por precios sociales de mano de obra y tipo de cambio, excluyendo impuestos, IVA y aranceles de importación en el caso de los bienes importables, obteniéndose así el valor social de la inversión para cada año. En este caso, se aplicó un factor de corrección de 75% (predefinido para el nivel de perfil), siendo el valor utilizado en la evaluación social ex – ante de \$ 831 millones.

Se estimó un Valor Residual de la inversión por un monto de \$664.8 millones, correspondiente a un 80% de la inversión social.

- Cronograma de inversión

Originalmente (información ex – ante), se consideró iniciar el proyecto en febrero de 2000 y terminarlo en abril de 2001 (plazos para la ejecución de las obras).

b) Etapa de operación del proyecto

- Valores de parámetros de evaluación

Los principales parámetros utilizados en la evaluación ex – ante del proyecto son los que se muestran a continuación.

Tabla 1-2: Parámetros de Evaluación

Parámetros para la Evaluación	
Horizonte Evaluación	20 años
Tasa Social de Descuento	12%
Valor Residual	80%

- Indicadores de rentabilidad

Los resultados de la evaluación ex – ante del proyecto, en términos de los indicadores de rentabilidad, son los que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1-3: Indicadores de Rentabilidad Evaluación Ex – Ante

Indicadores Económicos	
VAN (M\$)	1,290,174
TIR	27.5%
TRI	no se reporta
Año Optimo	1997
CPP	no se reporta

Notas: Moneda 31/12/95.

CPP corresponde al costo de postergar un año el proyecto.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el proyecto resultó ser socialmente rentable y el año óptimo para el inicio de la operación del proyecto era el año 1997.

Se realizó, además, un análisis de sensibilidad a la inversión, que arrojó los resultados que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1-4: Análisis de Sensibilidad, Evaluación Ex Ante

Sensibilidad a la inversión	40%
V.A.N.	M\$ 957.774
T.I.R. (%)	20.7

Nota: Moneda 31/12/95.

A.3. Análisis de la Evaluación Ex – Ante del Proyecto

A la luz de los antecedentes disponibles, es posible concluir que la evaluación ex – ante fue realizada en forma adecuada, utilizando una metodología aceptada por MIDEPLAN. En efecto, se usó el modelo HDM-III para la estimación de los beneficios y costos asociados al proyecto, y los indicadores de rentabilidad fueron los requeridos y su cálculo fue correcto.

No obstante lo anterior, en el contexto del presente estudio se realizó una *re-evaluación ex – ante* utilizando la misma metodología y datos de la evaluación original, que permitió reproducir en forma adecuada los resultados generales obtenidos en ésta. Considerando la falta de información disponible, la re-evaluación del proyecto permitió, además, verificar los datos y supuestos utilizados, y obtener información más detallada respecto de las estimaciones de beneficios y costos en el horizonte de evaluación. Entre los supuestos utilizados en la re-evaluación ex – ante del proyecto están las características geométricas del camino (pendientes y grados de curvatura), agrupadas en tramos similares, y los parámetros de evaluación.

En la siguiente tabla se presenta una comparación entre las rentabilidades de las evaluaciones realizadas. En primer lugar, están los valores recopilados de la evaluación ex - ante (estudio de pre-factibilidad) y luego se muestran los resultados obtenidos en la re-evaluación.

Tabla 1-5: Resultados de la Evaluación

	Ex-Ante	Reevaluación Ex-Ante
Inversión Privada (M\$)	1,108,000	1,108,000
Inversión Social (M\$)	831,000	831,000
VAN (M\$)	1,290,174	1,193,896
TIR	27.5%	26.4%
Año Optimo	1997	1997
CPP	no se reporta	6.8%

Notas: Moneda Dic-1995

CPP corresponde al costo de postergar un año el proyecto.

Se concluye que los índices derivados de la re-evaluación son consistentes con la evaluación ex – ante, lo que implica que los supuestos adoptados son adecuados. La re-evaluación ex - ante del proyecto permite reproducir adecuadamente los resultados obtenidos en el estudio de pre-factibilidad.

B. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EX - POST

B.1. Análisis de los Antecedentes Ex – Post sobre la Ejecución del Proyecto

a) Descripción del proyecto

En términos generales, el proyecto se desarrolló como estaba previsto inicialmente, pavimentación de la ruta entre Pellines y Empedrado con una longitud de 7.8 Km. y reparación de tres puentes. Sin embargo, durante la ejecución, se realizaron algunas obras extraordinarias y aumentos de obra.

La primera modificación consistió en algunas Obras Extraordinarias como construcción de fosos, protección de taludes y construcción de cercos de alambre púa. En la segunda modificación se realizaron algunos aumentos de obra debido a mayores movimientos de tierra por diferencias de cotas del terreno y a mayores cubicaciones por obras de drenaje. En la tercera modificación hubo una disminución efectiva de obra y en la cuarta un nuevo aumento efectivo de obra. En el punto siguiente se entrega el detalle sobre los montos de estas modificaciones.

Las fotos que se muestran a continuación corresponden al inicio y al término de la ruta, en el KM. 10.8 en Pellines y KM. 18.6 en Empedrado, respectivamente.

Figura 1-6: Inicio de la Ruta Situación con Proyecto, Sector Pellines



Figura 1-7: Término de la Ruta Situación Con Proyecto, Sector Empedrado



En la siguiente foto se puede apreciar la construcción de cercos al costado del camino, de bermas y la colocación de señalización de tránsito.

Figura 1-8: Ruta después del Proyecto



A continuación se puede apreciar los tres puentes que formaron parte del proyecto.

Figura 1-9: Puente Quila



Figura 1-10: Puente Empedrado



Figura 1-11: Puente Colmenares después del Proyecto



Además de la pavimentación del camino y mejoramiento de los puentes, se construyeron paraderos de buses a lo largo de la ruta. En la siguiente foto se muestra uno de estos paraderos.

Figura 1-12: Paradero de Buses



b) Presupuesto de inversión

A continuación se detalla la inversión efectiva del proyecto, identificando el presupuesto oficial de la obra, presupuesto de la oferta presentada por la empresa que se adjudicó el proyecto y los presupuestos modificatorios del contrato.

El Presupuesto Oficial utilizado en la licitación fue de \$ 991 millones (moneda del 31/12/95) y la oferta de la empresa Petra, que se adjudicó la ejecución de las obras, fue de \$ 970 millones (moneda del 31/12/95).

Este presupuesto fue variando a medida que transcurrió la ejecución, principalmente, debido a aumentos de obra, alcanzando un valor final de \$ 1.155 millones (moneda del 31/12/95).

Tabla 1-6: Inversión Efectiva del Proyecto

Ejecución del Proyecto	
Presupuesto Oficial (M\$)	991.140
Presupuesto Oferta Adjudicación (M\$)	969.679
Presupuestos Modificados (M\$)	115.223
	86.470
	-23.655
	6.791
Monto Inversión Privada (M\$)	1.154.508
Inicio Ejecución	17-02-2000
Término Ejecución	20-02-2002

Moneda 31/ 12/ 95.

Con respecto a las actividades consideradas originalmente, en un primer momento se agregaron algunas Obras Extraordinarias. Con estos nuevos ítemes el costo de construcción aumentó un 11.88% con respecto al contrato inicial (\$970 millones, moneda de 31/12/95). Es decir, en la estimación inicial de la inversión hubo partidas no consideradas.

Más avanzado el proyecto, se aprobó un aumento de obra que correspondió a un 9.15% del presupuesto original. De este aumento, el 76% correspondió a mayores cubicaciones de obras por movimientos de tierra debido a las diferencias de cotas significativas entre las cotas de terreno y las indicadas en el proyecto. El resto del aumento de la inversión corresponde a obras no contempladas en el proyecto original. Estas diferencias con respecto a lo estimado inicialmente reflejan deficiencias en el diseño de ingeniería del proyecto.

Luego, se realizó una disminución efectiva de obra de \$23.6 millones (moneda 31/12/95). Y, finalmente, se produjo otro aumento efectivo de Obra de \$6.8 millones (moneda 31/12/95).

En síntesis, existieron deficiencias en la definición del proyecto y partidas no consideradas, lo que incidió finalmente en el aumento de

volúmenes de obra y, por consiguiente, en el incremento de la inversión real del proyecto.

Si se compara la inversión *efectiva* (Tabla 1-6) con la *estimada* en la evaluación ex – ante (Tabla 1-7) se puede apreciar que hubo un aumento del 4.2%, el cual se debió, fundamentalmente, a las modificaciones de contrato y aumentos de obras detallados anteriormente.

Tabla 1-7: Inversión Estimada del Proyecto

Monto de Inversión Estimada Ex - Ante	
Monto Inversión Privada (M\$)	1.108.000
Inicio Ejecución	17-02-2000
Término Ejecución	20-04-2001

Moneda 31/ 12/ 95.

Tabla 1-8: Comparación de Inversión Estimada vs Efectiva

Costo Inversión (M\$)	Ex-Ante	Ex-Post	Variación
	1,108,000	1,154,508	4.2%

Nota: Moneda 31/12/95.

c) **Cronograma de inversión**

La licitación fue realizada con fecha 18/11/1999 y la adjudicación a la empresa Petra S.A. fue el 28/01/2000 .

En el contrato con la empresa Petra se fijó el plazo en 390 días con vencimiento el 14 de Marzo de 2001. Debido a los aumentos de obra, el plazo fue extendido, acordándose finalmente el 17 de Noviembre de 2001. Además, la obra fue entregada con 64 días de atraso. No se tiene información de los motivos de este atraso.

Para la evaluación Ex - Ante se consideró como inicio de la construcción el 17 de Febrero de 2000 y su término el 20 de Abril de 2001.

En síntesis, el proyecto terminó aproximadamente 9 meses después de lo previsto en la etapa de pre-inversión, por lo que los beneficios comenzaron a ser percibidos bastante después de lo esperado. En relación con el plazo para la ejecución de las obras del proyecto, éste no fue cumplido respecto de los plazos establecidos originalmente.

B.2. Análisis de los Antecedentes Ex – Post sobre la Operación del Proyecto

Con el objeto de caracterizar la operación en estado de régimen del proyecto se realizaron mediciones en el sector de Pellines-Empedrado. Se midió durante dos días hábiles, miércoles 16 de Febrero y jueves 31

de Marzo de 2005. Las variables medidas fueron: Flujos Continuos, Tasas de Ocupación, Velocidades, Rugosidad de la Carpeta y un Catastro de Características Geométricas y Operativas. Las mediciones fueron realizadas por la empresa SENDA Ingenieros Ltda.

A continuación se entrega un detalle de los antecedentes recogidos en terreno y se comparan con los datos estimados ex - ante. Este análisis permite caracterizar la operación del proyecto en forma técnicamente objetiva.

Adicionalmente, cabe señalar que el cambio de estándar del sector provocado por la ejecución del proyecto permitió solucionar el problema de la interconexión de la localidad de Empedrado y la zona de Constitución, con los beneficios que ello involucra en cuanto al costo operacional de transporte, afectando principalmente a la producción forestal que constituye su principal flujo productivo.

- Rugosidad del camino (sin y con proyecto)

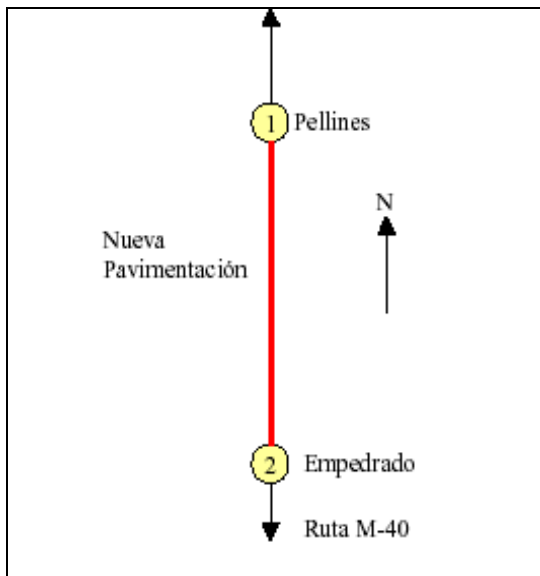
Debido a que en el catastro de características del proyecto, realizado en terreno, el estado del pavimento fue catalogado como “Bueno”, se utilizaron los valores establecidos por MIDEPLAN para la evaluación de proyectos de pavimentación asfáltica. En la situación con proyecto se considera, para todo el horizonte de evaluación, un estándar de rugosidad de IRI= 3 m/Km. Para la situación sin proyecto el valor establecido es IRI= 9 m/Km. No se hicieron mediciones en terreno de rugosidad, si no sólo una inspección visual.

- Flujo por tipo de vehículo

Se realizaron mediciones de flujos continuos, aforos vehiculares cada 15 minutos efectuados mediante contadores manuales, con desagregación por tipo de vehículo y por movimiento. Éstos se efectuaron durante un día del mes de Febrero y un día del mes de Marzo de 2005, en dos puntos de la ruta (indicados en la siguiente figura).

En la evaluación Ex-Ante del proyecto se estimó el flujo de la ruta como el 85% del flujo medido en el punto 45-03 del Plan Nacional de Censo (PNC) para el año 1994.

Figura 1-13: Esquema del Sector del Proyecto



Para el caso de la evaluación Ex - Post se utiliza el flujo medido en terreno. Para calcular el TMDA, se consideró lo medido en Febrero del 2005 como representativo de mediciones en Verano (552 veh/día) y lo medido en Marzo del 2005 como representativo de mediciones en Primavera (504 veh/día). Para obtener las mediciones de Invierno para el año 2005, se utilizó la relación entre flujos de Primavera e Invierno del punto 45-03 del PNC para los años 2000, 2002 y 2004, y se obtuvo que la relación promedio Invierno/Primavera era de 0.845. Utilizando este resultado, se obtiene un flujo para Invierno de 426 veh/día.

De las mediciones en terreno para el año 2005 (febrero y marzo), se obtuvo los porcentajes de vehículos por modo para repartir los 426 veh. estimados.

De esta forma, se obtiene el flujo, por tipo de vehículo, para las tres épocas (verano, invierno, primavera) y, a partir de ellos, el TMDA total (según metodología utilizada en el PNC).

A continuación se comparan los flujos ex - post, obtenidos según el procedimiento explicado anteriormente, y los flujos utilizados en la evaluación ex - ante. Estos últimos corresponden a la proyección del TMDA al año 2005 usando las tasas de crecimiento recomendadas por MIDEPLAN¹ (las mismas que se usaron en la evaluación ex - ante).

¹ "Metodología Proyectos de Transporte Interurbano", MIDEPLAN, División de Inversiones.

Tabla 1-9: Comparación de Flujos por Tipo de Vehículo, Año 2005

Tipo de Vehículo	Ex - Post	Ex - Ante
Autos, Station	124	257
Camionetas	182	323
Camiones 2E	89	189
Camiones +2E	56	252
Buses	43	45
Total	494	1.065

Se puede observar que los flujos efectivos (ex - post) son bastante menores que los estimados (proyectados) en la evaluación Ex - Ante, lo que afecta directamente la estimación de los beneficios y el cálculo de la rentabilidad del proyecto en ambas evaluaciones. La razón de esta diferencia radica en el supuesto utilizado en la evaluación ex - ante de considerar como flujo representativo del proyecto un 85% del flujo medido en el punto 45-03 del Plan Nacional de Censo (PNC), equivalente a 510 veh/día para el año 1994. Es claro que este supuesto significó una sobreestimación del flujo en el año base (1997), a partir del cual se estimó la proyección para los distintos años del horizonte de evaluación del proyecto.

En síntesis, la proyección de la demanda en la evaluación ex - ante del proyecto fue inadecuada, dado que produjo una sobrestimación importante de los flujos.

En el caso de la evaluación ex - post, se utilizaron las tasas de crecimiento recomendadas por MIDEPLAN para calcular los flujos para los 20 años de evaluación del proyecto a partir de la información medida de flujos para el año 2005 (tanto para años anteriores como posteriores).

- Tasas de crecimiento de los flujos

Con el objetivo de validar las tasas de crecimiento recomendadas por MIDEPLAN, utilizadas en la evaluación ex - ante del proyecto, se utilizó información del flujo medido en el punto 45-03 del PNC, y se estimaron tasas de crecimiento por tipo de vehículo. Los resultados se entregan en la siguiente tabla.

Tasas de Crecimiento Anual por Tipo de Vehículo					
	Auto	Camioneta	Camión 2E	Camión +2E	Buses
2000-2002	-0.3%	1.1%	27.9%	-5.5%	-8.2%
2002-2004	15%	16%	13%	14%	61%
Tasa media	7.2%	8.4%	20.3%	4.2%	26.6%

Si se comparan estas estimaciones con las tasas recomendadas por MIDEPLAN (tabla siguiente) se puede ver que para aquellos vehículos con mayor flujo observado (autos y camionetas), las tasas son bastante similares. Esto permite reforzar lo dicho anteriormente: la razón de la sobreestimación de los flujos ex - ante radica fundamentalmente en la

estimación de los flujos en el año base y no en las tasas de crecimiento utilizadas.

Tabla 1-10: Tasas de Crecimiento de Flujos Recomendadas por MIDEPLAN

Tipo de Vehículo	Tasas MIDEPLAN (%)
Autos	8.0
Camionetas	7.5
Camiones 2E	6.5
Camiones +2E	5.5
Buses	7.5

Fuente: “Metodología Proyectos de Transporte Interurbano”, MIDEPLAN, División de Inversiones.

- **Tasas de ocupación**

Las mediciones de Tasas de Ocupación se realizaron cada 15 minutos durante una hora en Punta Mañana y una hora en Punta Tarde. Se realizaron mediante contadores manuales con desagregación por tipo de vehículo. La información fue medida en Pellines, el Punto 1 de la Figura 1-13.

El Valor Social del Tiempo que fija anualmente MIDEPLAN para los proyectos de transporte interurbano considera una tasa de ocupación vehicular. A continuación podemos ver una comparación entre estas tasas y las medidas en terreno.

Tabla 1-11: Tasas de Ocupación Vehicular

Tipo de Vehículo	Evaluación Ex-ante	Observación Terreno Febrero	Observación Terreno Marzo
Automovil	2.6	2.8	2.1
Camioneta	2.6	2.3	2.0
Camión simple 2 ejes	1.9	no se registró	no se registró
Camión mas de 2 ejes	1.9	no se registró	no se registró
Buses	28.2	10.5	7.0

Nota: Las observaciones en terreno corresponden a las realizadas en los meses de Febrero y Marzo de 2005.

Es importante mencionar que durante las mediciones no se registró flujo de camiones.

Las mediciones en terreno muestran una sobrevaloración de las tasas de ocupación de las camionetas y los buses en la Evaluación Ex - ante. La gran diferencia en los valores del modo bus es debido a que en terreno sólo se registraron Minibuses, en cambio el valor utilizado por MIDEPLAN es un promedio ponderado entre Bus rural y Bus interurbano.

Sin embargo, en la evaluación ex – post se utilizaron las mismas tasas de ocupación que en la evaluación ex – ante, dado que están implícitas en el modelo HDM-III. De esta forma, la sobrevaloración de dichas tasas de ocupación con respecto a lo observado en terreno, afecta los resultados de ambas evaluaciones.

- **Velocidades por tipo de vehículo en cada sector**

Las mediciones de velocidad para el período Punta Mañana y Fuera de Punta se realizaron utilizando el método de seguimiento vehicular en autos, camiones y Minibuses (debido a que por el eje no circulan Buses). La medición se realizó cada 500 metros, en períodos de dos horas en la mañana y dos horas en la tarde, realizando tres pasadas por sentido.

El modelo HDM III determina la velocidad promedio de los vehículos en función de las características geométricas del camino. A continuación se muestra una tabla con la comparación entre las velocidades entregadas por el modelo HDM III y las medidas en terreno. Es importante mencionar que las mediciones en terreno se realizaron considerando todos los vehículos livianos como un solo modo, por lo que en éste están incluidas las camionetas y se consideraron todos los camiones en un mismo conjunto, incluyendo camiones articulados.

Tabla 1-12:Velocidades por Tipo de Vehículo

Tipo Vehículo	Sector	Vel. HDM3 (Km/Hr)	Tipo Vehículo	Sector	Vel. Terreno Marzo(Km/Hr)	
					AM	FP
Automovil	1	83	Automovil y Camionetas	1	74	71
	2	66		2	60	68
	3	79		3	65	70
	4	84		4	58	65
Camioneta	1	76	Camiones	1	72	72
	2	61		2	53	54
	3	74		3	56	58
	4	78		4	59	61
Camión Simple	1	55	Buses	1	68	66
	2	49		2	51	43
	3	48		3	59	55
	4	62		4	56	57
Camión Articulado	1	46				
	2	40				
	3	39				
	4	57				
Buses	1	76				
	2	58				
	3	70				
	4	81				

De la tabla se puede observar que para los automóviles las velocidades son bastantes similares. Sin embargo, para el caso de los camiones existe una subvaloración de la velocidad del modelo con

respecto a las mediciones y para los buses una sobrevaloración, pero dentro de rangos aceptables (10%, aproximadamente).

C. EVALUACIÓN EX - POST

- **Estimación de la Rentabilidad Efectiva**

Los parámetros utilizados para la evaluación ex – post del proyecto se presentan a continuación:

Tabla 1-13: Parámetros de Evaluación

Parámetros para la Evaluación	
Horizonte Evaluación	20 años
Tasa Social de Descuento	12%
Valor Residual	80%

Se realizó la evaluación ex – post para dos instancias del proyecto: al término de la ejecución y en la etapa de operación a régimen.

Los resultados obtenidos de la evaluación Ex – Post realizada utilizando el programa HDM-III fueron los siguientes:

Tabla 1-14: Indicadores de Rentabilidad Evaluación Ex - Post

Indicadores Económicos		
	Término Ejecución	Durante Operación
VAN (M\$)	1,070,914	202,898
TIR	22.9%	14.3%
TRI	no se estimó	no se estimó
Año Optimo	2000	2004
CPP	5.4%	-2.3%

Nota: Moneda 31/12/95.

Los resultados de la evaluación ex - post indican que el proyecto es **socialmente rentable** (supera umbral mínimo definido por MIDEPLAN). Y se puede concluir que **la decisión de inversión fue acertada, desde la perspectiva social.**

Los resultados de la evaluación ex - post al término de la ejecución no difieren en forma significativa de aquellos obtenidos en la evaluación ex - ante (ver Tabla 1-3), fundamentalmente porque la única diferencia entre ambos casos es que en la evaluación ex - post se utiliza la inversión efectiva, la cual resultó ser sólo un 4.2% mayor que la estimada inicialmente.

Una situación distinta se presenta en la evaluación ex - post de la etapa de operación, donde se evidencia que la sobreestimación de

los flujos incide directamente en la sobrevaloración de los beneficios del proyecto en la evaluación ex - ante.

Con respecto al año óptimo de inversión, en la evaluación ex – ante resultó ser el año 1997 (año base). Es decir, dados los beneficios estimados del proyecto convenía no postergar la inversión. La misma situación se dio en la evaluación ex – post al término de la ejecución, dado que el año óptimo de inversión fue el 2000, año base. En la evaluación ex - post durante la operación a régimen del proyecto, en cambio, el año óptimo de inversión resulta ser el 2004, es decir, convendría haber postergado la inversión 4 años, lo cual se debe al hecho que la corriente de beneficios efectivos del proyecto resultó ser bastante menor que lo estimado inicialmente.

- **Evaluación Ex - Post Utilizando la Nueva Versión del Modelo HDM III**

Las evaluaciones (ex – post y re-evaluación ex – ante) mostradas en la sección anterior fueron realizadas con el programa HDM III en su versión actual, enfoque consistente con la evaluación ex - ante del proyecto.

Con el objeto de aplicar la nueva herramienta desarrollada y analizar su efecto sobre los resultados, se realiza nuevamente la evaluación ex - post utilizando el programa HDM III en su nueva versión, que considera el *modelo de deterioro de la carpeta de rodadura* durante la vida útil del proyecto, usando rugosidad variable durante el período de evaluación (los valores de la rugosidad entregados por el modelo de deterioro para un proyecto de pavimentación fueron proporcionados por MIDEPLAN y están siendo objeto de una revisión; fueron utilizados en este estudio para analizar el impacto de usar la nueva versión del modelo HDM-III).

Los valores de la rugosidad considerados en las evaluaciones mostradas anteriormente, fueron los recomendados por MIDEPLAN para un proyecto de pavimentación, 9 M/Km para la situación sin proyecto y 3 M/Km para la situación con proyecto. En la versión actual del programa HDM III estos valores se mantienen fijos durante el período de evaluación.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 1-15: Comparación de Resultados de la Evaluación

	Ex-Post Rugosidad Fija	Ex-Post Rugosidad Variable
Inversión Privada (M\$)	1,154,508	1,154,508
Inversión Social (M\$)	865,881	865,881
VAN (M\$)	202,898	224,317
TIR	14.3%	14.5%
Año Optimo	2004	2005
CPP	-2.3%	-3.1%

Nota: (Moneda Dic-1995)

A partir de los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que, en términos de los indicadores de rentabilidad, son bastante similares en ambas evaluaciones, lo cual se debe a que las rugosidades utilizadas en ambos casos no varían demasiado. Sin embargo, el año óptimo de inversión varía en un año, producto de que la corriente de beneficios se desplaza en el horizonte de evaluación, alcanzando en el año 7 la misma diferencia que cuando se usa el IRI constante.

En síntesis, aun cuando los valores de rugosidad variable utilizados para la aplicación de la nueva versión del modelo HDM-III están siendo objeto de una revisión por parte de MIDEPLAN, los resultados obtenidos sirven como referencia para estimar el impacto de incorporar un modelo de deterioro en la evaluación del proyecto. A la luz de los resultados obtenidos se puede establecer que los indicadores de rentabilidad presentan una variación menor; sin embargo, el año óptimo de inversión puede variar entre una situación y otra.

D. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Las instituciones y empresas participantes en las distintas etapas del proyecto y sus funciones se muestran en la tabla a continuación.

Se puede observar que transcurrió un período de más de seis años entre que se terminó el estudio de diseño de ingeniería y el inicio de la ejecución de las obras. Según los antecedentes revisados, esto se produjo como consecuencia de restricciones presupuestarias.

**Tabla 1-16:
Instituciones Participantes en las Etapas del Proyecto**

Etapa	Estudio	Instituciones	Función	Fecha Inicio	Fecha Término	Observaciones
Pre-Inversión	Pre-factibilidad	MOP, Dirección de Vialidad Central	Responsable del proyecto en aspectos técnicos, operativos y financieros	--	--	
		MOP	Estudio de Pre-factibilidad	--	--	
	Factibilidad	--	--	--	--	
Inversión	Diseño de Ingeniería	Empresa CDI	Desarrollo del Estudio de Ingeniería	26/04/1995	23/10/1995	
	Ejecución	MOP, Dirección de Vialidad Central	Responsable del proyecto en aspectos técnicos, operativos y financieros	--	--	
		PETRA S.A.	Ejecución de las obras	17/02/2000	20/02/2002	El proyecto vio postergado el inicio de las obras como consecuencia de restricciones presupuestarias.
		Zañartu Ingenieros	Asesorías durante la ejecución de las obras	15/02/2000	29/04/2001	

Operación	Operación	MOP, Dirección de Vialidad Central	Responsable del proyecto en aspectos técnicos, operativos y financieros	A partir de 02/2002	
-----------	-----------	------------------------------------	---	---------------------	--

E. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN EX – POST Y RECOMENDACIONES

A continuación se entregan las principales conclusiones obtenidas a partir de los resultados de la evaluación ex – post realizada para el proyecto “Mejoramiento Ruta M-40 Sector: Los Pellines – Empedrado”:

- A la luz de los antecedentes disponibles, es posible concluir que la evaluación ex – ante del proyecto fue realizada en forma adecuada, utilizando una metodología aceptada por MIDEPLAN (uso el modelo HDM-III para la estimación de los beneficios y costos asociados al proyecto), y los indicadores de rentabilidad fueron los requeridos y su cálculo fue correcto.
- En relación con los costos de inversión efectivos incurridos en la ejecución del proyecto se produjo un aumento con respecto a lo estimado inicialmente y considerado en la evaluación ex - ante. Este aumento fue de un 4.2%, el cual se debió, fundamentalmente, a las modificaciones de contrato y aumentos de obras.
- Con respecto a las actividades consideradas, en un primer momento se agregaron algunas Obras Extraordinarias. Con estos nuevos ítemes el costo de construcción aumentó un 11.88% con respecto al contrato inicial con la empresa que se adjudicó las obras. Más avanzado el proyecto, se aprobó un aumento de obra que correspondió a un 9.15% del presupuesto original. Luego, se realizó una disminución efectiva de obra y, finalmente, se produjo un nuevo aumento efectivo de obra.

En síntesis, hubo partidas no consideradas y deficiencias en la definición del proyecto que se tradujeron en mayores cubicaciones de obra, todo lo cual implicó un aumento del monto de inversión del proyecto con respecto a lo estimado originalmente.

- En relación con el plazo de ejecución del proyecto, éste fue inicialmente de 390 días, extendiéndose, fundamentalmente, debido a las modificaciones de contrato (248 días) y el atraso en la entrega de la obra por parte de la empresa (64 días). Finalmente, el proyecto fue realizado en un total de 704 días. El plazo estimado originalmente no fue cumplido y la ejecución del proyecto terminó aproximadamente 9 meses después de lo previsto en la etapa de pre-inversión.
 - Respecto de los indicadores de rentabilidad obtenidos como resultado de la ejecución del proyecto, éstos variaron en un 17% con respecto a lo previsto en la evaluación ex - ante del proyecto: la TIR disminuyó de 27.5% a 22.9%. Estos resultados reales de la evaluación (correspondientes a la evaluación ex - post en la etapa de ejecución y estimados considerando la inversión efectiva en que incurrió la ejecución del proyecto) indican que el proyecto es socialmente rentable. Respecto del año óptimo de inversión, en ambos casos resultó ser el año base del horizonte de evaluación.
-

- Por su parte, los resultados de la evaluación ex - post en la etapa de operación del proyecto, considerando la información efectiva (inversión, antecedentes de demanda), también indican que el proyecto es socialmente rentable y se puede concluir que la decisión de inversión fue acertada desde la perspectiva social. Estos indicadores resultaron ser: VAN de M\$202.898 y TIR de 14.3%. Este último representa un valor 48% menor que lo previsto en la evaluación ex – ante. En relación con el año óptimo de inversión, en este caso resultó ser el año 4, fundamentalmente debido a los menores beneficios efectivos en el horizonte de evaluación.
- Una de las principales razones que explican las diferencias producidas en los indicadores de rentabilidad ex – post y ex – ante radica en los distintos antecedentes de demanda considerados en ambos casos:

En efecto, se puede observar que los flujos medidos en terreno (Mediciones 2005) son bastante menores que los estimados en la evaluación Ex - Ante para el mismo año, es decir, se sobrevaloraron los flujos a lo largo del horizonte de evaluación, lo que afectó directamente la estimación de los beneficios y el cálculo de la rentabilidad del proyecto en ambas evaluaciones. Esta sobrevaloración se produjo debido a los supuestos usados para la estimación del flujo en el año base, a partir del cual se estimó el flujo a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto. La recomendación técnica es, en este caso, realizar mediciones que permitan obtener un buen punto de partida para la estimación de los flujos, si no es posible obtener información de flujo para el proyecto en forma adecuada a partir de un punto del PNC.

- Por otra parte, las mediciones en terreno muestran también una sobrevaloración de las tasas de ocupación de las camionetas y buses utilizadas por el modelo HDM-III. Sin embargo, estas tasas son las mismas que se usaron para el caso de la evaluación ex – post, dado que están implícitas en el modelo. A la luz de la comparación con lo observado en terreno, la recomendación técnica es usar tasas de crecimiento ad-hoc al proyecto bajo análisis (más que tasas globales promedio). Éstas pueden ser deducidas en forma simple y rápida de conteos específicos o bien tomadas de algún eje similar.
 - Los resultados de la evaluación ex - post realizada con el nuevo programa HDM III, que considera un modelo de deterioro del pavimento a lo largo de la vida útil del proyecto, muestran que los indicadores de rentabilidad son bastante similares con respecto a lo obtenido con el programa en su versión actual. Esto se debe a que las rugosidades utilizadas en ambos casos no varían demasiado. Sin embargo, se producen diferencias en el año óptimo de inversión entre ambas evaluaciones.
-

- Respecto de la aplicación de la nueva metodología de evaluación ex – post, el mayor problema fue la falta de información disponible relacionada con la evaluación ex – ante y la etapa de ejecución del proyecto. Se establecieron los contactos pero no se encontraban todos los antecedentes disponibles.

2. EVALUACIÓN EX POST PROYECTO CONSTRUCCIÓN ACCESO Y COSTANERA NORTE SECTOR HORNITOS, MEJILLONES

Nombre del Proyecto:	Construcción Acceso y Costanera Norte Sector Hornitos, Mejillones
Código BIP:	20177592-0

El proyecto de Hornitos fue realizado y analizado considerando dos etapas distintas. La primera etapa del proyecto fue evaluada (ex – ante) utilizando la metodología de Sendas de Penetración, resultando ser socialmente rentable. La ejecución de las obras se inició en Octubre de 2002. Posteriormente, fue solicitada la ampliación del proyecto (segunda etapa) y se efectuó la evaluación económica correspondiente, realizando una Evaluación Simplificada a Nivel de Perfil, cuyos resultados permitieron aprobar la ejecución de la segunda etapa del proyecto.

Para la evaluación ex - post del proyecto se mantiene el análisis por separado de ambas etapas debido, principalmente, a que se trata de dos situaciones distintas: la primera etapa corresponde a la construcción de un camino inexistente; en cambio, la segunda etapa corresponde al mejoramiento del trazado y pavimentación de un camino existente.

No obstante lo anterior, la evaluación ex – post del proyecto de Hornitos se realizará sólo para la segunda etapa del mismo. Esto atendiendo a la imposibilidad de aplicar la metodología utilizada en la evaluación ex – ante de la primera etapa y a la falta de disponibilidad de los antecedentes respectivos.

A. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA EVALUACIÓN EX - ANTE

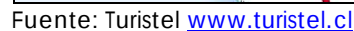
A.1. Análisis de la Formulación Ex – Ante del Proyecto

a) Identificación del problema

La creación de un nuevo acceso a Hornitos y el mejoramiento del borde costero permite el ingreso de todo flujo vehicular al sector para que la población disfrute de una de las mejores playas de la región. En Antofagasta existe el mito de que no tienen playas, no obstante existen varias alternativas de playas, pero no cuentan con la conectividad caminera adecuada, de manera tal que puedan desarrollarse futuros

La ampliación del proyecto (segunda etapa), completando la pavimentación del camino costero, originalmente de arena, hasta empalmar con el acceso sur a Hornitos, permitió también mejorar el estándar del sector de casas de veraneo que existen en los kilómetros más cercanos al acceso sur por el borde costero y así lograr un mayor atractivo turístico de la zona.

Figura 2-1: Plano General II Región, Sector Hornitos



a) Etapa de ejecución del proyecto

- Descripción
Anterior al proyecto en análisis existía el acceso principal a Hornitos (acceso sur) sobre la Ruta 1 en el Km. 81,5 (con pista de viraie).

Inicialmente, en el sector del nuevo acceso a la Playa Norte de Hornitos existía una huella en tierra, la que terminaba en un corte abrupto en arena. Para poder acceder al camino de borde de playa se debía sortear este accidente teniendo en cuenta la estabilidad de los taludes de corte en arena. También se apreciaba la presencia de quebradas aluvionales, algunas de gran envergadura.

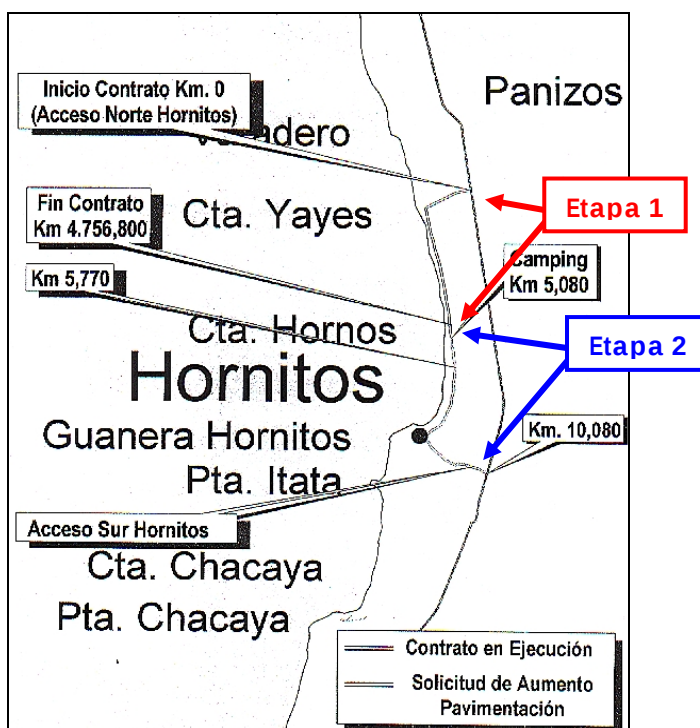
El proyecto comprendió, en su primera etapa, la pavimentación del acceso norte (1,40 Km) hacia la playa por la Ruta 1 a la altura del Km. 90, aproximadamente, y la pavimentación del borde costero de una longitud de 3,4 Km. hasta empalmar con el antiguo camino (en arena) de la Playa Camping Hornitos. El proyecto incluía, además, la construcción de 10 estacionamientos para 50 vehículos cada uno y una ciclovía a lo largo de la costanera.

La segunda etapa del proyecto consistió en la ampliación de la Etapa 1 y comprendió la pavimentación de 6 Km., aproximadamente, del borde costero de la playa Hornitos, uniendo la pavimentación de la primera etapa con el acceso Sur. El detalle es el siguiente:

- Extensión del contrato del Km. 4.7 al Km. 5.7, agregando áreas de estacionamientos y de accesos al camping municipal
- Extensión de las obras de pavimentación del acceso sur del balneario, desde el Km. 5.7 al Km. 10.8, permitiendo así completar la pavimentación del camino existente
- Señalética informativa y turística.

En la siguiente figura se muestra un plano con la ubicación del proyecto de Hornitos.

Figura 2-2: Plano Descripción Proyecto



- **Monto de la Inversión**
Para el estudio inicial realizado en la evaluación ex – ante de la primera etapa del proyecto, que contemplaba mejoramientos de varios accesos a playas y caletas del borde costero de Mejillones, se estimó un presupuesto para diferentes alternativas del acceso norte a la playa de Hornitos. Para la alternativa recomendada (Camino de acceso con imprimación reforzada y Costanera con tratamiento superficial doble) el presupuesto fue de \$779.28 millones (inversión privada, moneda del 31/12/01).

Tabla 2-1: Monto de Inversión Estimada del Proyecto

Monto Inversión Estimada Ex - Ante	
Monto Inversión (M\$)	779,280
Inicio Ejecución	08-10-2002
Término Ejecución	05-04-2003

Nota: Moneda 31/12/01

La inversión privada considerada para la ampliación del proyecto (segunda etapa) fue de \$296 millones y la inversión social de \$222 millones (moneda del 31/12/01).

Tabla 2-2: Monto de Inversión Estimada Ex - Ante

Monto Inversión Estimada Ex - Ante	
Monto Inversión (M\$)	296,109
Plazo Ejecución	178 días

Nota: Moneda 31/12/01

- **Cronograma de Inversión**
No se dispuso de antecedentes respecto del cronograma de inversión para la primera etapa del proyecto. La segunda etapa se programó con una duración de la ejecución de 178 días más sobre el plazo de la primera etapa.

b) Etapa de operación del proyecto

- **Valores de parámetros de evaluación**
Los parámetros considerados en la evaluación ex – ante de la segunda etapa del proyecto son los que se muestran a continuación.

Tabla 2-3: Parámetros de Evaluación

Parámetros para la Evaluación	
Horizonte Evaluación	20
Tasa Social de Descuento	10%
Valor Residual	no se consideró

- **Indicadores de rentabilidad**
Los indicadores de rentabilidad para la primera etapa del proyecto, obtenidos utilizando la metodología de Sendas de Penetración, fueron los siguientes:

Tabla 2-4: Indicadores de Rentabilidad Evaluación Ex – Ante Primera Etapa

Indicadores Económicos	
VAN (M\$)	1,733,000
TIR	12.0%
Año Optimo	no se reportó
CPP	no se reportó

Nota: Moneda Año 2001 (se desconoce referencia exacta)

Por su parte, en la evaluación ex - ante de la segunda etapa del proyecto la metodología utilizada correspondió a *la evaluación simplificada a nivel de perfil*. Los resultados que se obtuvieron, en términos de indicadores de rentabilidad, fueron los siguientes:

Tabla 2-5: Indicadores de Rentabilidad Evaluación Ex – Ante Segunda Etapa

Indicadores Económicos	
VAN (M\$)	164,116
TIR	18.5%
Año Optimo	no se reportó
CPP	no se reportó

Nota: Moneda 31/12/01

A.3. Análisis de la Evaluación Ex – Ante del Proyecto

Primera Etapa

A partir de la recopilación de antecedentes ex – ante de la primera etapa del proyecto Hornitos, no se dispuso de mayor información. Sólo se contó con resultados globales.

La evaluación ex – ante consideró una evaluación simplificada y aproximada de los aspectos económicos cualitativos y cuantitativos del proyecto de acceso y costanera norte de Hornitos, a través de la aplicación de la metodología de *Sendas de Penetración*. Según lo reportado, “este procedimiento simplificado contempló un balance entre los aspectos positivos y negativos de las obras viales que permitió obtener indicadores de rentabilidad del proyecto”, para lo cual se cuantificaron ingresos y costos de las obras.

Respecto de los ingresos se consideró la satisfacción de los usuarios de la obra vial, la plusvalía de los predios adyacentes y otras externalidades locales, lo cual fue cuantificado. Sin embargo, no se dispuso de antecedentes sobre la forma, procedimientos e información que permitió la cuantificación de los beneficios del proyecto. No se consideró el beneficio por ahorro de tiempo de los usuarios al acceder al balneario, lo cual es un error dado que constituye uno de los beneficios del proyecto al mejorar la accesibilidad del sector costero.

Respecto de los costos se consideró los costos directos de construcción y mantención de las obras y los costos de los usuarios en el desgaste de sus vehículos. En este caso, tampoco se dispuso de antecedentes sobre la forma, procedimientos e información que permitió la cuantificación de los costos del proyecto. Sólo se contó con información del monto de inversión privada.

En síntesis, a pesar que se menciona lo que fue hecho y se reporta un resultado general, ningún detalle de lo realizado estuvo disponible y, por lo tanto, el procedimiento no resulta reproducible. Los antecedentes de base no son reportados ni existe registro alguno disponible de ellos.

Respecto de la metodología de evaluación ex – ante utilizada, sólo se cuenta con una descripción general de los beneficios y costos considerados, pero no se detalla la forma en que éstos fueron valorados, lo que resulta fundamental para establecer la bondad del procedimiento aplicado.

Segunda Etapa

En el caso de la segunda etapa del proyecto se utilizó la *metodología simplificada a nivel de perfil* (planilla de viabilidad intermedia) para realizar la evaluación ex – ante. Sin embargo, esta metodología se utiliza para evaluar proyectos de viabilidad urbana de poco impacto, por lo cual no es correcto aplicarla en casos de evaluación de proyectos de transporte caminero.

Cumpliendo con el objetivo de la re-evaluación ex - ante, cual es rehacer la evaluación ex - ante con los mismos datos utilizados en el estudio de pre-factibilidad, corrigiendo aquellos errores que hayan sido detectados, se consideró incorporar las siguientes variaciones que permitieran corregir las falencias del proceso de evaluación ex - ante:

- i. Aplicar la metodología HDM-III en reemplazo de la *evaluación simplificada a nivel de perfil*. Dicha metodología es recomendada por MIDEPLAN y es adecuada para realizar la evaluación de proyectos de transporte caminero como es este caso.
- i. Incluir el valor residual del proyecto, que no fue considerado en la evaluación ex – ante.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de la re-evaluación de la segunda etapa del proyecto y se comparan con lo obtenido en la evaluación ex – ante.

Tabla 2-6: Comparación de Rentabilidades

	Ex-Ante	Re-evaluación Ex-Ante HDM III
VAN (M\$)	164,116	87,093
TIR	18.5%	14.2%

Nota: Moneda 31/12/01

Se puede observar que la re-evaluación ex - ante del proyecto con una metodología adecuada, como es el uso del modelo HDM III, y considerando valor residual del proyecto, entrega una menor rentabilidad que la considerada originalmente (ex – ante).

Los resultados de la re-evaluación ex - ante del proyecto (segunda etapa) representan una correcta situación de referencia para, posteriormente, analizar los resultados obtenidos en la evaluación ex – post.

B. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EX - POST

B.1. Análisis de los Antecedentes Ex – Post sobre la Ejecución del Proyecto

a) Descripción del proyecto

En términos generales, el proyecto se desarrolló como estaba previsto inicialmente para la primera etapa: construcción del acceso norte a Hornitos y del borde costero, con estacionamientos y una ciclovía.

Posteriormente, se consideró la ampliación del proyecto dando origen a la segunda etapa. No hubo diferencias en el desarrollo y características de esta segunda etapa del proyecto con respecto a lo evaluado, que consistió en la pavimentación de 6 Km. aproximadamente del borde costero de la playa Hornitos, uniendo la pavimentación de la primera etapa con el acceso sur. Además, consideró la construcción de estacionamientos, accesos a la zona de camping y señalética informativa y turística.

Las fotos que se muestran a continuación corresponden al acceso sur a Hornitos, que existía anteriormente a la realización del proyecto en análisis.

Figura 2-3: Acceso Sur a Hornitos (1)



Figura 2-4: Acceso Sur a Hornitos (2)



Las fotos que se muestran a continuación corresponden al acceso norte a Hornitos. Tal como se explicó anteriormente, la pavimentación de este acceso (desde la Ruta 1 hacia la playa) se realizó en la primera etapa del proyecto junto a la pavimentación del borde costero hasta empalmar con el antiguo camino (en arena) de la Playa Camping Hornitos, incluyendo estacionamientos y una ciclovía a lo largo de la costanera, tal como se aprecia en las fotos.

Figura 2-5: Acceso Norte a Hornitos (1)



Figura 2-6: Acceso Norte a Hornitos (2)



Figura 2-7: Zona del Camping en Hornitos



Figura 2-8: Áreas de Estacionamientos y Accesos al Camping en Hornitos



Figura 2-9: Extensión de Pavimentación Acceso Sur a Hornitos (2ª Etapa)



b) Presupuesto de inversión

La inversión efectiva para la primera etapa del proyecto fue de \$674 millones (Moneda de Dic-2001), menor a la estimada en la evaluación

ex – ante, pero no se tiene información sobre cuáles fueron las variaciones que provocaron esta diferencia.

Tabla 2-7: Inversión Efectiva Primera Etapa del Proyecto

Ejecución del Proyecto	
Monto Inversión (M\$)	674,158
Inicio Ejecución	08-10-2002
Término Ejecución	-

Nota: Moneda 31/12/01

No se incluye la fecha de término de la ejecución ya que se intercalan ambas etapas del proyecto sin fechas definidas entre una etapa y otra.

Respecto de los montos de inversión efectiva para la segunda etapa del proyecto, no existieron variaciones en relación con lo considerado en la evaluación ex - ante.

Tabla 2-8: Inversión Efectiva Segunda Etapa del Proyecto

Ejecución del Proyecto	
Monto Inversión (M\$)	296,109
Inicio Ejecución	-
Término Ejecución	Fines 2003

Nota: Moneda 31/12/01

c) Cronograma de inversión

La adjudicación de las obras a la empresa se realizó con fecha 25/09/2002.

Para la primera etapa del proyecto se consideró un plazo de construcción de las obras de 180 días a partir del 8 de octubre del 2002. La fecha de término original, abril de 2003, fue modificada debido a la ampliación del proyecto (segunda etapa).

Sobre la fecha de término de la ejecución de esta segunda etapa no se tiene información exacta, sólo se sabe que fue a fines del año 2003.

B.2. Análisis de los Antecedentes Ex – Post sobre la Operación del Proyecto

Con el objeto de caracterizar la operación en estado de régimen del proyecto, se realizaron mediciones en el sector del acceso Norte y acceso Sur a Hornitos. Se midió durante dos días hábiles, miércoles 16 de Febrero y jueves 31 de Marzo de 2005. Las variables medidas fueron Flujos Continuos, Tasas de Ocupación, Velocidades, Rugosidad de la Carpeta y un Catastro de Características Geométricas y Operativas. Las mediciones fueron realizadas por la empresa SENDA Ingenieros Ltda.

A continuación se entrega un detalle de los antecedentes recogidos en terreno y se comparan con los datos estimados ex - ante. Este análisis permite caracterizar la operación del proyecto en forma técnicamente objetiva.

Adicionalmente, es posible establecer que la construcción del proyecto de acceso y costanera norte de Hornitos revalorizó las propiedades del sector, con aumentos de su valor del orden del 25 a 30%. Además, se ha producido una renovación de las casas a construcciones de mejor nivel (Fuente: Desarrollo Urbano, MINVU, IIª Región).

Por otra parte, en el caso de Hornitos, existe un Plan Seccional (seccional urbano de los balnearios Hornitos, Itata, Chacaya) que ha sido un trabajo conjunto del MINVU con la Municipalidad de Mejillones, el cual define como zona de edificación la planicie de la meseta costera. El borde costero quedará para uso exclusivo de playa. El plan define, además, zonas para el desarrollo de proyectos turísticos. Según los antecedentes recogidos en las entrevistas, el plan seccional estaría en etapa de aprobación.

- Rugosidad del camino (sin y con proyecto)

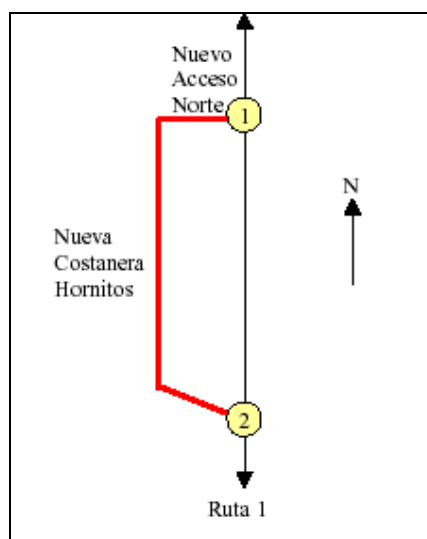
En el catastro de características del proyecto realizado en terreno, el estado del pavimento fue catalogado como “Muy Bueno”, pero no se realizaron mediciones de rugosidad, si no sólo una inspección visual.

Por este motivo, se utilizaron los mismos valores de rugosidad considerados en la evaluación Ex - Ante de la segunda etapa para estimar los costos de operación en la evaluación ex - post. En la situación con proyecto se considera, para todo el horizonte de evaluación, un estándar de rugosidad de $IRI = 1.89 \text{ m/Km}$. Para la situación sin proyecto el valor establecido es $IRI = 6.318 \text{ m/Km}$.

- Flujo por tipo de vehículo

Se realizaron mediciones de flujos continuos, aforos vehiculares cada 15 minutos efectuados mediante contadores manuales, con desagregación por tipo de vehículo y por movimiento. Estas mediciones se efectuaron durante un día del mes de Febrero y un día del mes de Marzo de 2005, en dos puntos de la ruta (ver figura siguiente).

Figura 2-10: Esquema del Sector del Proyecto



La única información que se tiene de los flujos utilizados en la evaluación Ex - Ante de la segunda etapa del proyecto es un TMDA de 348 veh., donde sólo se considera flujo de automóvil. Al parecer se realizaron mediciones en el Km 81.5 de la Ruta 1, pero no se tiene información sobre la relación entre los flujos medidos y los utilizados en la evaluación ex - ante.

Para el caso de la evaluación Ex - Post se utiliza el flujo medido en terreno. Para calcular el TMDA, se consideró lo medido en Febrero del 2005 como representativo de mediciones en Verano (545 veh/día) y lo medido en Marzo del 2005 como representativo de mediciones en Primavera (38 veh/día). Para obtener las mediciones de Invierno se utilizó la relación entre flujos de Primavera e Invierno del punto 28-01 del PNC para los años 2000, 2002 y 2004, y se obtuvo que la relación promedio Invierno/Primavera era de 0.77. Utilizando este resultado, se obtiene un flujo para invierno de 29 veh/día.

El punto censal utilizado se escogió como el más representativo del tramo en estudio. A continuación se muestra una tabla con la descripción específica de dicho punto.

Punto Censal N° 02-028-01	
CAMINO	LAS DUNAS LA PORTADA
DE/A	LA PORTADA
LUGAR	ACC. JUAN LOPEZ

De las mediciones en terreno para el año 2005 (febrero y marzo), se obtuvo los porcentajes de vehículos por modo para repartir los 29 veh. estimados para la época de invierno.

De esta forma, se obtiene el flujo, por tipo de vehículo, para las tres épocas (verano, invierno, primavera) y, a partir de ellos, el TMDA total (según metodología utilizada en el PNC).

A continuación se comparan los flujos ex – post obtenidos, según el procedimiento explicado anteriormente, a partir de los flujos observados en terreno, y los flujos utilizados en la evaluación ex - ante, correspondientes a la proyección del TMDA al año 2005 con las tasas de crecimiento utilizadas en dicha evaluación.

Tabla 2-9: Comparación de Flujos 2005

	Mediciones 2005 Acceso Sur	Ex-Ante 2005
Autos, Station	123	373
Camionetas	61	-
Camiones 2E	11	-
Camiones +2E	8	-
Buses	0	-
Total	204	373

Nota: El valor “Ex – Ante 2005” se obtuvo a partir del TMDA de 348 (año base 2003), utilizado en la evaluación ex – ante, llevado al año 2005 utilizando las tasas de crecimiento de flujos.

Para la segunda etapa del proyecto se utilizó los flujos medidos en el acceso sur. Como se observa los flujos son bastante diferentes, tanto en su valor como en su clasificación. Lamentablemente, no se tiene información de cómo se obtuvo el valor ex - ante, pero se ve claramente que se sobrevaloró el flujo que efectivamente utiliza el proyecto, lo que afecta directamente la estimación de los beneficios y el cálculo de la rentabilidad del proyecto en ambas evaluaciones. La razón de esta diferencia radica en el TMDA utilizado para el año base (348 veh/día, año 2003) que es mayor incluso que el estimado para el año 2005 a partir de las observaciones de flujo en terreno (204 veh/día). Es claro que esto significó una sobreestimación de la proyección del flujo para los distintos años del horizonte de evaluación del proyecto.

En síntesis, la proyección de la demanda en la evaluación ex – ante del proyecto fue inadecuada, dado que produjo una sobrestimación importante de los flujos.

- Tasas de crecimiento de los flujos

Las tasas de crecimiento utilizadas en la evaluación ex – ante de la segunda etapa del proyecto difieren bastante de las recomendadas

por MIDEPLAN² y no se tiene antecedentes del origen de ellas. En la tabla siguiente se presenta una comparación.

Tabla 2-10: Comparación de Tasas de Crecimiento

	Ex-Ante (%)	Mideplan (%)
Autos	3.5	8.0
Camionetas	3.5	7.5
Camiones 2E	2.0	6.5
Camiones +2E	2.0	5.5
Buses	2.0	7.5

Para realizar la evaluación ex - post del proyecto se optó por utilizar las mismas tasas de crecimiento de la evaluación ex – ante, basándose en los siguientes aspectos: i) falta de mayores antecedentes respecto de información histórica de flujos; ii) representan una situación más conservadora para la estimación de los flujos (y, por ende, de los beneficios) en el horizonte de evaluación; y iii) las tasas de crecimiento recomendadas por MIDEPLAN son generales para proyectos de transporte interurbano, y en virtud de los análisis realizados en el presente estudio, este proyecto no puede considerarse de transporte caminero.

A partir de dichas tasas de crecimiento se calcularon los flujos para los 20 años de evaluación del proyecto (tanto para años anteriores como posteriores).

- **Tasas de Ocupación**

Las mediciones de Tasas de Ocupación se realizaron cada 15 minutos durante una hora en Punta Mañana y una hora en Punta Tarde. Se realizaron mediante contadores manuales con desagregación por tipo de vehículo. La información fue medida en el nuevo acceso norte a Hornitos, Punto 1 de la Figura 2-10.

A continuación se puede ver una comparación entre las tasas de ocupación utilizadas en la evaluación ex – ante (metodología simplificada a nivel de perfil) y las tasas de ocupación medidas en terreno.

² “Metodología Proyectos de Transporte Interurbano”, MIDEPLAN, División de Inversiones.

Tabla 2-11: Tasas de Ocupación Vehicular

Tipo de Vehículo	Evaluación Ex - Ante	Observación Terreno Febrero 2005	Observación Terreno Marzo 2005
Automóvil	4.0	1.7	1.7
Camioneta	4.0	1.5	1.7
Camiones	2.0	No se registró	No se registró

Nota: Es importante mencionar que durante las mediciones no se registró flujo de camiones.

Las mediciones en terreno muestran una sobreestimación importante de las tasas de ocupación en la evaluación ex - ante del proyecto, tanto para automóviles como para camionetas.

En la evaluación ex – post se utilizaron las tasas de ocupación que están implícitas en el modelo HDM-III, las cuales también son mayores a las observadas en terreno, pero menores a las consideradas en la evaluación ex - ante.

Tabla 2-12: Tasas de Ocupación Vehicular Modelo HDM III

Tipo de Vehículo	Evaluación Ex - Ante
Automóvil	2.6
Camioneta	2.6
Camión simple 2 ejes	1.9
Camión simple + 2 ejes	1.9

- **Velocidades por tipo de vehículo**

Las mediciones de velocidad para el período Punta Mañana y Fuera de Punta se realizaron utilizando el método de seguimiento vehicular. La medición se realizó cada 500 metros, en períodos de dos horas en la mañana y dos horas en la tarde, realizando tres pasadas por sentido.

Es importante mencionar que las mediciones en terreno se realizaron considerando todos los vehículos livianos como un solo modo, por lo que en éste están incluidas las camionetas. Y los camiones articulados están considerados como camiones en general.

Tabla 2-13: Velocidad Medida Acceso Norte Hornitos, Año 2005

Velocidad (Km/hora)	AM	FP
Vehic. Liviano	66	61
Camiones	-	-

Nota: Durante el período de medición no se registró flujo de camiones.

El modelo HDM III determina la velocidad promedio de los vehículos en función de las características geométricas del camino. A continuación se muestra una tabla con la comparación entre las velocidades utilizadas en la evaluación Ex-Ante, la evaluación Ex – Post (HDM III) y las medidas en terreno, para el caso de la segunda etapa del proyecto.

Tabla 2-14: Velocidades de Operación

	Sector	Ex-Ante (Km/Hr)	Ex-Post (Km/Hr) 2ºEtapa				
		2ºEtapa	HDM III		Sector	Vel. Terreno Marzo	
		Simplificada a Nivel de Perfil				AM	FP
Automovil	1	50	61	Automovil y Camionetas	1	54	51
	2		76				
Camionetas	1	50	57		2	73	67
	2		69				
Camión Simple	1	40	49	Camiones	1	40	36
	2		53				
Camión Articulado	1	40	41		2	55	48
	2		44				
Buses	1	40	55	Buses	1	sin registro	
	2		68		2	sin registro	

Nota: Durante el período de medición no se registró flujo de buses.

De la tabla anterior se puede observar que tanto para los automóviles como para los buses existe una subvaloración de la velocidad considerada en la evaluación Ex-ante con respecto a las mediciones en terreno.

C. EVALUACIÓN EX - POST

La evaluación Ex - Post de la segunda etapa del proyecto se realizó utilizando el modelo HDM III e incorporando el valor residual del proyecto, tal como se efectuó para realizar la re-evaluación ex - ante.

En este caso, se considera como parte de la situación base la primera etapa del proyecto.

- Estimación Rentabilidad Efectiva**

Los parámetros considerados para la evaluación ex - post son los siguientes:

Tabla 2-15: Parámetros de Evaluación

Parámetros para la Evaluación	
Horizonte Evaluación	20
Tasa Social de Descuento	10%
Valor Residual	80%

Los resultados obtenidos de la evaluación Ex – Post del proyecto fueron los siguientes:

Tabla 2-16: Indicadores de Rentabilidad Evaluación Ex - Post

Indicadores Económicos	
VAN (M\$)	47,619
TIR	12.3%
Año Optimo	2003
CPP	0.2

Nota: Moneda 31/12/01

Los resultados de la evaluación ex - post indican que la segunda etapa del proyecto es **socialmente rentable** según la metodología del modelo HDM III y considerando el valor residual del proyecto. Y, según ello, se puede concluir que **la decisión de inversión fue acertada, desde la perspectiva social.**

En comparación con los resultados obtenidos en la evaluación ex – ante (TIR de 18.5%) y re-evaluación ex – ante (TIR de 14.2%), la rentabilidad ex – post del proyecto es menor, aunque sigue siendo socialmente rentable, fundamentalmente debido a los menores flujos y tasas de ocupación con respecto a lo estimado inicialmente.

- **Evaluación Ex - Post Utilizando Nuevo Modelo HDM III**

Las evaluaciones (ex – post y re-evaluación ex – ante) mostradas en las secciones anteriores fueron realizadas con el programa HDM III en su versión actual, enfoque consistente con la evaluación ex - ante de la segunda etapa del proyecto.

Con el objeto de aplicar la nueva herramienta desarrollada y analizar su efecto sobre los resultados, se realiza nuevamente la evaluación ex - post utilizando el programa HDM III en su nueva versión, que considera el *modelo de deterioro* de la carpeta de rodadura durante la vida útil del proyecto, usando rugosidad variable durante el período de evaluación (los valores de la rugosidad entregados por el modelo de deterioro para un proyecto de pavimentación fueron proporcionados por MIDEPLAN y están siendo objeto de una revisión; fueron utilizados en este estudio para analizar el impacto de usar la nueva versión del modelo HDM-III).

Los valores de la rugosidad considerados en las evaluaciones mostradas anteriormente fueron las utilizadas en la evaluación simplificada ex - ante, 6.318 M/Km para la situación sin proyecto y 1.89 M/Km para la situación con proyecto. En la versión actual del programa HDM III estos valores se mantienen fijos durante el período de evaluación.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 2-17: Comparación de Resultados de la Evaluación

	Ex-Post Rugosidad Fija	Ex-Post Rugosidad Variable
Inversión Privada (M\$)	296,109	296,109
Inversión Social (M\$)	222,080	222,080
VAN (M\$)	21,210	129,257
TIR	11.2%	16.3%
Año Optimo	2003	2003

Nota: Moneda 31/12/01

En este caso se observa una variación significativa en los resultados obtenidos en términos de los indicadores de rentabilidad. Esto se debe a las diferencias entre los valores de rugosidad considerados en ambas evaluaciones. La rugosidad fija, tomada de los antecedentes de la evaluación ex - ante, es bastante menor a las obtenidas del modelo de deterioro para un proyecto de pavimentación, principalmente en la situación sin proyecto. Esto incide directamente en los costos de operación de los vehículos y, por ende, en la estimación de beneficios del proyecto.

De esta forma, los indicadores de rentabilidad ex – post del proyecto son mejores en el caso de usar el modelo de deterioro.

Respecto del año óptimo de inversión no se producen cambios, dado que para el año 1 se alcanza una diferencia similar que cuando se usa el IRI constante.

En síntesis, aun cuando los valores de rugosidad variable utilizados para la aplicación de la nueva versión del modelo HDM-III están siendo objeto de una revisión por parte de MIDEPLAN, los resultados obtenidos sirven como referencia para estimar el impacto de incorporar un modelo de deterioro en la evaluación del proyecto. A la luz de los resultados obtenidos para este caso, se puede establecer que los indicadores de rentabilidad presentan una variación significativa; sin embargo, el año óptimo de inversión no varía entre una situación y otra.

D. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Las instituciones y empresas participantes en las distintas etapas del proyecto y sus funciones se muestran a continuación.

Como se aprecia de los antecedentes recopilados, para este proyecto no existió un estudio de pre-factibilidad. El proceso completo del proyecto, desde el estudio de ingeniería hasta terminada su ejecución tomó sólo dos años.

**Tabla 2-18:
Instituciones Participantes en las Etapas del Proyecto**

Etapas	Estudio	Instituciones	Función	Fecha Inicio	Fecha Término	Observaciones
Pre-Inversión	Pre-factibilidad	--	--	--	--	Para este proyecto no existió un estudio de pre-factibilidad
	Factibilidad	--	--	--	--	--
Inversión	Diseño de Ingeniería (*)	MOP, Dirección de Vialidad II Región	Responsable del proyecto en aspectos técnicos, operativos y financieros	03/10/2001	31/12/2001	
		Zañartu Ingenieros Consultores S.A.	Encargado del Estudio de Diseño			
	Ejecución	MOP, Dirección de Vialidad II Región	Responsable del proyecto en aspectos técnicos, operativos y financieros	2002 - 2003		
		Gobierno Regional – II Región Antofagasta	Financiamiento			
		1ª Etapa:				
		SICOMA Q LTDA.	Ejecución de las obras	08/10/2002	05/04/2003	
	2ª Etapa:					

			Ejecución de las obras	178 días	La segunda etapa del proyecto correspondió a una extensión de la primera etapa
Operación	Operación	MOP, Dirección de Vialidad II Región	Responsable del proyecto en aspectos técnicos, operativos y financieros	A partir de fines del 2003	

(*): El estudio incluyó varios accesos a playas y caletas borde costero.

E. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN EX – POST Y RECOMENDACIONES

A continuación se entregan las principales conclusiones obtenidas a partir de los resultados de la evaluación ex – post del proyecto “Construcción Acceso y Costanera Norte Sector Hornitos, Mejillones”:

- En relación con la evaluación ex – ante de la primera etapa del proyecto, a pesar que en los antecedentes disponibles se menciona lo que fue hecho y se reporta un resultado general, ningún detalle de lo realizado estuvo disponible.

Respecto de la metodología utilizada, sólo se cuenta con una descripción general de los beneficios y costos considerados, pero no se detalla la forma en que éstos fueron valorados, lo que resulta fundamental para establecer la bondad del procedimiento aplicado.

- En el caso de la segunda etapa del proyecto se utilizó la *metodología simplificada a nivel de perfil* (planilla de vialidad intermedia) para realizar la evaluación ex – ante. Sin embargo, esta metodología se utiliza para evaluar proyectos de vialidad urbana de poco impacto, por lo cual no es correcto aplicarla en casos de evaluación de proyectos de transporte caminero.
- Dado que se detectaron errores en la evaluación ex – ante de la segunda etapa del proyecto, se realizó una re-evaluación con los mismos datos utilizados en la evaluación ex - ante, incorporando las siguientes variaciones que permitieron corregir las falencias:
 - i. Aplicación de la metodología HDM-III en reemplazo de la *evaluación simplificada a nivel de perfil*. Dicha metodología es recomendada por MIDEPLAN y es adecuada para realizar la evaluación de proyectos de transporte caminero como es este caso.
 - ii. Inclusión del valor residual del proyecto, que no fue considerado en la evaluación ex – ante.
- Respecto de los costos de inversión efectivos incurridos en la ejecución del proyecto se produjo una disminución con respecto a lo estimado inicialmente y considerado en la evaluación ex - ante de la primera etapa del proyecto. No se dispuso de información respecto de las causas de esta diferencia.

Hornitos

Costo Inversión (M\$)	Ex-Ante	Ex-Post	Variación
Etapas 1	779,280	674,158	-13.5%
Etapas 2	296,182	296,182	0.0%
Total	1,075,462	970,340	-9.8%

Nota: Moneda 31/12/01.

- En relación con el plazo de ejecución del proyecto, éste fue inicialmente de 180 días, extendiéndose en 178 días debido,

fundamentalmente, a la ejecución de la segunda etapa del proyecto.

- En la evaluación ex – post de la segunda etapa del proyecto, los indicadores de rentabilidad variaron en forma importante con respecto a lo previsto en la evaluación ex - ante: la TIR disminuyó de 18.5% a 12.3%, que representa un indicador 33.5% menor que lo previsto. Con respecto a la re-evaluación ex – ante la variación es menor: la TIR disminuyó de 14.2% a 12.3%.
- Las diferencias obtenidas radican fundamentalmente en que los flujos utilizados presentan diferencias importantes. Lamentablemente, no se tiene información de cómo se obtuvo el valor ex - ante, pero se ve claramente que se sobrevaloró el flujo que efectivamente utiliza el proyecto, lo cual se traduce en una sobrevaloración de los beneficios del proyecto.

La razón de esta diferencia radica en el TMDA usado para el año base (348 veh/día, año 2003) que es mayor incluso que el estimado para el año 2005 a partir de las observaciones de flujo en terreno (204 veh/día). Es claro que esto significó una sobreestimación de la proyección del flujo para los distintos años del horizonte de evaluación del proyecto.

En síntesis, la proyección de la demanda en la evaluación ex – ante del proyecto fue inadecuada, dado que produjo una sobrestimación importante de los flujos.

- Por otra parte, las mediciones en terreno muestran también una sobreestimación de las tasas de ocupación en la evaluación ex - ante del proyecto, tanto para automóviles como para camionetas, lo que produce una sobrevaloración en los beneficios por ahorro de tiempo de viaje. Las tasas de ocupación implícitas en el modelo HDM III también son mayores con respecto a lo observado en terreno, pero en una menor magnitud.
- Los resultados de la evaluación ex – post de la segunda etapa del proyecto reflejan que éste es socialmente rentable y la decisión de inversión fue acertada desde el punto de vista social. Esto considerando que la primera etapa ya fue ejecutada previamente (es parte de la situación base).
- El análisis por separado de ambas etapas es correcto debido, principalmente, a que se trata de dos situaciones distintas: la primera etapa corresponde a la construcción de un camino inexistente; en cambio, la segunda etapa corresponde al mejoramiento del trazado y pavimentación de un camino existente.
- Es importante mencionar que no se han considerado otros beneficios asociados al proyecto debido a la falta de información requerida para su estimación. Con seguridad, en un proyecto como éste, los beneficios correspondientes a ahorros de tiempo de los

usuarios y costos de operación de los vehículos no son los únicos beneficios relevantes asociados al proyecto. También se pueden mencionar la mayor disponibilidad de borde costero, mayor desarrollo turístico, aumento del valor de los terrenos aledaños. Respecto de este último, se intentó obtener información que permitiera cuantificar este impacto (valor de los terrenos, número de terrenos, superficies) con las instituciones correspondientes (Municipalidad, MINVU, corredores de propiedades) pero no se tuvo éxito en la obtención de antecedentes.

- Los resultados de la evaluación ex - post realizada con el nuevo programa HDM III, que considera un modelo de deterioro del pavimento a lo largo de la vida útil del proyecto, muestran que los indicadores de rentabilidad tuvieron una variación importante con respecto a lo obtenido con el programa en su versión actual. Esto se debe a las diferencias entre los valores de rugosidad considerados en ambas evaluaciones. La rugosidad fija, tomada de los antecedentes considerados en la evaluación ex - ante, es bastante menor a las obtenidas del modelo de deterioro para un proyecto de pavimentación, principalmente en la situación sin proyecto. Sin embargo, no se producen diferencias en el año óptimo de inversión entre ambas evaluaciones.
 - Respecto de la aplicación de la nueva metodología de evaluación ex – post, el mayor problema fue la falta de información disponible relacionada con la evaluación ex – ante y la etapa de ejecución del proyecto. Se establecieron los contactos correspondientes pero no se encontraban todos los antecedentes disponibles.
-