

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“Evaluación Técnica y Económica del Mejoramiento de la Ruta 160,
entre los tramos del cruce Michaihue y el sector de población El Rosario,
en la comuna de San Pedro de la Paz”**

CLAUDIO DENEY TORREALBA

14.599.662-7

2018

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

**“Evaluación Técnica y Económica del Mejoramiento de la Ruta 160,
entre los tramos del cruce Michaihue y el sector de población El Rosario,
en la comuna de San Pedro de la Paz”**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de
Ingeniero Civil Industrial

Profesor guía: Cristian Vergara Ocampo

CLAUDIO DENEY TORREALBA
14.599.662-7

2018

RESUMEN

La Ruta 160 es una de las vías urbanas más importantes de la Región, pues une a varias comunas al sur con el Gran Concepción, definiéndose como una ruta de gran importancia por la que transita a diario una gran cantidad de vehículos de todo tipo.

El ser una ruta utilizada, conlleva a que tenga problemas de congestión principalmente en la comuna de San Pedro de la Paz, en dos tramos importantes que serán los estudiados en este proyecto.

El primer tramo a considerar es desde el cruce Michaihue (Km 5,35) hasta la calle Av. Los Parques (Km 9,75), en la dirección San Pedro de la Paz – Coronel, en dirección contraria el tramo a analizar es desde el sector cruce Cementerio (Km 8,3) hasta el cruce Michaihue (Km 5,35). Las obras a ejecutar se deben ejecutar en base a ciertas especificaciones especiales de construcción y conservación.

En la actualidad, el principal flujo de vehículos que circula por esta ruta es de vehículos particulares (85%), la cantidad de personas que transitan en transporte público es de 11.000 por hora, 3.000 en vehículo particular y transitan aproximadamente 6.000 camiones por día.

La demanda de esta ruta es muy por sobre la oferta de vehículos que pueden transitar (sin congestiones) por la misma, es por esto que es realmente necesaria un aumento o mejora; lo que propone este proyecto de título es aumentar la cantidad de pistas por lado en los tramos a tres (SP-CNL) y a cuatro (CNL-SP).

El flujo de caja resultante de la implementación del proyecto arroja que el VAN del proyecto es de \$1.701.611, un TIR 12,97%, VAN_1 de \$561.661 y TRI 18,40%; estos indicadores financieros respaldan que el proyecto es una alternativa viable y socialmente rentable, además que es posible comenzar e invertir desde el año cero.

Por lo tanto después de realizar todos los análisis se plantea que el proyecto se lleve a cabo de forma inmediata, pues se considera una mejora en la calidad de vida de los habitantes de San Pedro de la Paz y sus comunas aledañas.

ABSTRACT

Chile route 160 is known to be one of the main roads of the Biobío Region given the fact that it connects several southern communes to the capital city: Concepción. The high amount of cars, among other means of transport, which daily pass through this route, makes it an essential element for the region.

The fact that is a frequently transited route, makes it difficult for drivers who come or go to the commune of San Pedro de la Paz to arrive to their destination. It is in this road section, specifically in two parts of it, that the route has to deal with traffic congestion issues which are going to be analyzed.

The first road section to be studied in this project is from the Michaihue junction (km 5.35) to Av. Los Parques (km 9.75), towards San Pedro de la Paz – Coronel. The second road section goes in the opposite direction, starting from the Cementerio junction (km 8.3) and ending in Michaihue junction (km 5.35). Works should be executed based on defined conservation and preservation specifications.

Private cars are currently the ones that with the most inflow on the road section (85 per cent). The amount of people using public transportation is of 11,000 people per hour, 3,000 of them travel by private cars while about 6,000 trucks pass through this road section.

The demand of the route is considerably higher the supply of vehicles able to transit (with no traffic congestion). It is for this reason that an improvement is required. This Graduate Project intends to increase the amount of tracks on the roads on each side of the route sections to three (SP-CNL) to four (CNL-SP).

The cash flow resulting from the implementation of the project points out that the VAN of the project is of \$1.701.611, a TIR of 12,97 per cent, a VAN_1 of \$561.661 and a TRI of 18,40 per cent. These financial indicators show that the project is viable and socially rentable. Moreover, it is possible to start and invest from year zero.

Hence, after conducting the analysis, it is suitable to state that the project should be executed immediately in order to offer an improvement in the standards of living for the inhabitants of San Pedro de la Paz and the nearby communes.

Índice de contenidos

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
Índice de contenidos.....	III
Índice de tablas	V
Índice de imágenes	VI
1. Antecedentes Generales	1
1.1. Introducción	1
1.2. Presentación del Ministerio de Obras Públicas.....	2
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Alcances y limitaciones	4
1.6.1. Delimitación.....	4
1.6.2. Limitación	5
1.7. Marco de referencia	6
1.7.1. Evaluación de proyectos	6
1.7.2. Viabilidad en una evaluación de proyectos	7
1.7.3. Factibilidad de un proyecto.....	7
1.8. Metodología	8
1.8.1. Estudio de Mercado	8
1.8.2. Estudio Técnico	9
1.8.3. Tamaño del proyecto	9
1.8.4. Evaluación económica.....	10
1.8.5. Indicadores financieros	11
2. Estudio de Mercado	14
2.1. Área de estudio y de influencia.....	14
2.2. Diagnóstico de la situación actual.....	17
2.3. Población objetivo	18
2.4. Estimación de la Demanda.....	18

Índice

2.5.	Estimación de la Oferta	22
3.	Estudio Técnico.....	24
3.1.	Localización	24
3.2.	Alcance del proyecto	26
3.3.	Duración del proyecto	28
3.4.	Descripción del proyecto.....	29
3.5.	Presupuesto del proyecto.....	31
3.6.	Aspectos legales.....	31
3.7.	Antecedentes Ambientales	32
4.	Estudio Económico	34
4.1.	Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto	34
4.2.	Inversión del proyecto	35
4.3.	Evaluación social – económica	35
4.3.1.	Inversión Inicial.....	35
4.3.2.	Beneficios sociales	36
4.3.3.	Estimación de consumo de los recursos.....	38
4.4.	Flujo de caja	38
4.5.	Análisis de sensibilidad	40
5.	Conclusiones y Recomendaciones	42
6.	Bibliografía.....	45
7.	Anexos	46
7.1.	Anexo A – Calculo de indicadores de rentabilidad	46
-	Valor Actual Neto.....	46
-	Tasa Interna de Retorno.....	46
-	Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	47
-	Valor Actualizado Neto del Primer Año (VAN ₁)	47
7.2.	Anexo B – Matrices proyectadas en el período punta mañana, al 2015.....	48
-	Periodo punta mañana	48
-	Periodo punta medio día	48
-	Periodo punta tarde	48
7.3.	Anexo C- Desglose del presupuesto del proyecto.	49
-	Gastos administrativos.....	49

Índice

- Gastos de asesorías	49
- Obras civiles.....	50
7.4. Precios sociales	56

Índice de tablas

Tabla 2.1: Parque automotriz. Fuente: CONASET Chile.....	19
Tabla 2.2: Horarios punta. Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.....	19
Tabla 2.3: Matriz proyectada, horario punta 2020. Fuente: SECTRA.	20
Tabla 2.4: Matriz proyectada, horario punta 2020. Fuente: SECTRA.	20
Tabla 2.5: Matriz proyectada, horario punta 2020. Fuente: SECTRA	21
Tabla 2.6: Tasa de crecimiento poblacional en San Pedro de la Paz.	21
Tabla 2.7: Tasa de crecimiento anual de flujo de camiones.....	22
Tabla 3.1: Presupuesto del proyecto.	31
Tabla 4.1: Presupuesto del proyecto.	35
Tabla 4.2: Inversiones de acciones tipo por kilómetro.....	36
Tabla 4.3: Precios Sociales, para el año 2018. Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.	37
Tabla 4.4: Tasas de ocupación.....	37
Tabla 4.5: Consumo de recursos en la situación actual.....	38
Tabla 4.6: Consumo de recursos en la situación actual.....	38
Tabla 4.7: Flujo de caja.....	39
Tabla 4.8: Análisis de sensibilidad.....	41
Tabla 7.1: Precios Sociales.....	56
Tabla 7.2: Factor de corrección.	56

Índice de imágenes

Imagen 1.1: Mejoras planteadas en la Ruta 160.	2
Imagen 1.2: Delimitación del proyecto.....	5
Imagen 2.1: Sector en dónde se realizará el proyecto	14
Imagen 2.2: Tramo de mejoramiento.....	15
Imagen 2.3: Estación Alborada.	23
Imagen 2.4: Flujo de Vehículos en día laboral	23
Imagen 3.1: Área de estudio.	24
Imagen 3.2: Punto de inicio, cruce Michaihue..	25
Imagen 3.3: Punto de término, Población El Rosario.	25
Imagen 3.4: Tercera pista.....	27
Imagen 3.5: Doble calzada.....	28
Imagen 3.6: Estación Alborada– Actualidad.....	29
Imagen 3.7: Estación Alborada – Con Proyecto.....	30
Imagen 3.8: Sector Cementerio – Actualidad	30
Imagen 3.9: Sector Cementerio– Con Proyecto... ..	31

1. Antecedentes Generales

1.1. Introducción

Hoy en día, el eje de la Ruta 160 es una conexión importante para el buen funcionamiento del Gran Concepción, permite que haya conectividad entre San Pedro de la Paz, Coronel y Lota con el resto de las comunas, así como también con la provincia de Arauco.

Esta ruta es de gran importancia para nuestra Región, ya que transitan una alta cantidad de vehículos livianos, transporte público y transporte de carga, provocando gran congestión en la comuna de San Pedro de la Paz. Teniendo en cuenta estos antecedentes, el proyecto de tesis propone una medida de solución a corto plazo para mitigar, en parte, la congestión vehicular de la Ruta 160.

En relación a lo anterior, se plantea homologar tres pistas por sentido en uno de los segmentos más congestionados y además mejorar la gestión de algunas de las intersecciones a lo largo de los tramos en estudio, el primer tramo a considerar es desde el cruce Michaihue (Km 5,35) hasta el sector Av. Los Parques (Km 9,75), esto es en dirección San Pedro de la Paz – Coronel, interviniendo 4,4 Kms. El segundo tramo es desde el sector cruce Cementerio (Km 8,3) hasta el cruce Michaihue (Km 5,35), dirección Coronel – San Pedro de la Paz. En la imagen 1.1 se presenta un bosquejo de lo que se plantea en las ideas anteriores.

Se debe mencionar que estas acciones, a ejecutar, se deben ajustar a ciertas especificaciones especiales de construcción y conservación, en todos los aspectos, las cuales se presentarán durante el desarrollo de este informe.



Imagen 1.1: Mejoras planteadas en la Ruta 160.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.

1.2. Presentación del Ministerio de Obras Públicas

El Ministerio de Obras Públicas (MOP), es la entidad estatal encargada de planificar, proyectar y construir la infraestructura del país, lo que implica caminos, autopistas, puentes, colectores de agua, entre otros; pero no solo se asocia a la creación de nuevos espacios que contribuyan a la conectividad y eficiencia operacional de Chile, si no que una parte de sus actividades y presupuesto están focalizados en la reparación y conservación de este tipo de infraestructuras.

En consideración a esto, el Ministerio de Obras Públicas es el organismo encargado de desarrollar, guiar y supervisar el mejoramiento de la Ruta 160, dentro de todos los parámetros que se relacionen a la conectividad, ya sea de forma directa o concesionando proyectos que complementen el funcionamiento óptimo de la ruta en estudio.

1.3. Definición del problema

Tal como, se presentó en el primer punto el eje de la Ruta 160 es una conexión vital para el funcionamiento del Gran Concepción, pues permite la conectividad de varias comunas (San Pedro de la Paz, Coronel, Lota con el resto de la intercomuna) y además con la Provincia de Arauco.

Sin embargo, la gran congestión que se presenta (principalmente en San Pedro de la Paz), es en parte debido a la discontinuidad de la capacidad vial.

1.4. Justificación

La comuna de San Pedro de la Paz es una de las intercomunas del Gran Concepción que ha manifestado un crecimiento exponencial en los últimos años, desde la década de los 70' hemos sido espectadores de los procesos de urbanización de la comuna, lo que ha derivado en un aumento considerable de la población y la oferta inmobiliaria.

Pero el crecimiento de la población de San Pedro de la Paz también ha conllevado a problemáticas asociadas a la vialidad, derivando en la congestión vehicular entre Coronel y Concepción. Esta dificultad se ha traspasado al día a día de sus habitantes, los que tienen que lidiar con los famosos “tacos”, sacrificando tiempo personal para ser utilizado en traslados, lo que finalmente afecta el desarrollo normal de sus vidas y por sobre todo la calidad de vida.

Estos problemas -para la comunidad¹- vienen agravándose desde que se amplió la Ruta 160 de dos a cuatro pistas y se fueron aumentando las salidas laterales y las nuevas urbanizaciones que han saturado estas vías.

Los vecinos de San Pedro de la Paz y de la Ruta 160 han pedido (y continúan) soluciones a estos problemas, que aumentan el tiempo de trayecto, generan accidentes en ruta y elevan excesivamente la densidad urbanística en función de las nuevas construcciones.

¹ Reflexiones sobre la situación vial de San Pedro de la Paz. <https://laventanaciudadana.cl>

Toda esta situación, se debe a la implementación de planos reguladores deficientes y un gran parque automotriz -que no hace más que aumentar-, es por esto que surge la necesidad de crear soluciones a largo plazo y evitar las acciones superficiales.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

El principal objetivo que pretende lograr este proyecto de título es:

Evaluación Técnica y Económica del Mejoramiento de la Ruta 160, entre los tramos del cruce Michaihue y el sector de población el Rosario, en la comuna de San Pedro de la Paz.

1.5.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos necesarios para lograr esto, son:

- Realizar un estudio de mercado, para tener un conocimiento de la estimación de la demanda.
- Realización de un estudio técnico, para proponer diferentes alternativas para el proyecto.
- Evaluar la economía del proyecto, con el fin de determinar si conviene la realización.

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Delimitación

El desarrollo del proyecto se emplaza en la comuna de San Pedro de la Paz, perteneciente a la Provincia de Concepción en la Región del Biobío.

Las especificaciones geográficas consideran los siguientes tramos del sector Michaihue:

- Primer Tramo: desde el cruce Michaihue (Km 5,35) hasta el sector Av. Los Parques (Km 9,75). Dirección San Pedro de la Paz – Coronel, interviniendo 4,4 Kms.
- Segundo Tramo: desde el sector cruce Cementerio (Km 8,3) hasta el cruce Michaihue (Km 5,35), dirección Coronel – San Pedro de la Paz, interviniendo una extensión de 2,95 Kms.

Sin embargo, el área de influencia se extiende hasta el kilómetro 11.400, esto porque se deben implementar nuevos cruces semaforizados y modificar los ya existentes, lo que hace alusión al traslado de postes, lámparas y la eliminación de pistas de viraje.



Imagen 1.2: Delimitación del proyecto.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.

1.6.2. Limitación

Las principales limitaciones del proyecto son las horas en las que se pueden realizar los trabajos en la ruta, el clima y el tiempo que se tiene para llevar a cabo el proyecto en su totalidad. El plazo de ejecución es de doce meses.

Además, se deben eliminar las barreras metálicas existentes en la ruta, para realizar de forma eficaz y eficiente los trabajos en terreno. Este proyecto no requiere expropiación de terrenos, lo que se argumenta en que las obras se proyectan en la faja pública.

Quien realice los trabajos, debe ejecutarlos considerando las mínimas interferencias en el tránsito, en caso de ser necesario se pueden reprogramar los trabajos y realizarlos en la noche.

Como se menciona anteriormente, Michaihue es un sector de alta sensibilidad de tránsito, por lo tanto, sólo se pueden efectuar faenas en horario nocturno y sábados después de las 15.00 PM.

1.7. Marco de referencia

1.7.1. Evaluación de proyectos

Según Sapag y Sapag (2003), en cualquier tipo de empresa, la gestión financiera de los directivos se caracteriza por la búsqueda permanente de mecanismos que posibiliten la creación y mantenimiento de valor mediante la asignación y uso eficiente de los recursos. La evaluación de proyectos, en este contexto, se debe entender como un modelo que facilita la comprensión del comportamiento simplificado de la realidad, por lo que los resultados obtenidos, siendo útiles en el proceso decisional, no son exactos.

Por otro lado, Sánchez Machado (1998) dice que la formulación de Proyectos de Inversión, constituye un objeto de estudio bastante amplio y sumamente complejo, que demanda la participación de diversos especialistas, es decir, requiere de un enfoque multivariado e interdisciplinario.

También formula que se puede definir un Proyecto de Inversión, como la propuesta por el aporte de capital para la producción de un bien o la prestación de un servicio, mediante la cual un sujeto decide vincular recursos financieros líquidos a cambio de la expectativa de obtener unos beneficios, también líquidos, a lo largo de un plazo de tiempo que se denomina vida útil. De esta forma un proyecto surge de la identificación de necesidades. En

este proceso de la toma de la decisión de inversión intervienen tres niveles de análisis: el mercado, el sistema financiero y la evaluación de inversiones.

1.7.2. Viabilidad en una evaluación de proyectos

La viabilidad (Sapag y Sapag, 2003) cada vez más exigida en los estudios de proyectos es la que mide el impacto ambiental de la inversión.

La viabilidad técnica busca determinar si es posible física o materialmente "hacer" un proyecto, determinación que es realizada generalmente por los expertos propios del área en la que se sitúa el proyecto. En algunos casos el estudio de esta viabilidad puede llegar incluso a evaluar la capacidad técnica y el nivel de motivación del personal de la empresa que se involucraría en el nuevo proyecto.

La viabilidad legal, por otra parte, se refiere a la necesidad de determinar tanto la inexistencia de trabas legales para la instalación y operación normal del proyecto, como la inexistencia de normas internas de la empresa que pudieran contraponerse con alguno de los aspectos de la puesta en marcha o posterior operación del proyecto.

La viabilidad económica busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la versión que demanda su implementación.

1.7.3. Factibilidad de un proyecto

En la revista "Contribuciones a la Economía" (Santos, 2008) se describe el estudio de factibilidad como un proceso de aproximaciones sucesivas, donde se define el problema por resolver. Para ello se parte de supuestos, pronósticos y estimaciones, por lo que el grado de preparación de la información y su confiabilidad depende de la profundidad con que se realicen tanto los estudios técnicos, como los económicos, financieros y de mercado. El estudio de factibilidad es un proceso en el cual intervienen cuatro grandes etapas:

- **Idea**, donde se busca la identificación de problemas que puedan resolverse u oportunidades que puedan aprovecharse. Las diferentes formas de resolver un problema o de aprovechar una oportunidad de negocio constituirán la idea del proyecto.

- **Pre-inversión**, tiene dos niveles: pre-factibilidad y factibilidad. Los niveles de pre-factibilidad y factibilidad proyectan los costos y beneficios a lo largo del tiempo y los expresan mediante un flujo de caja estructurado. En el nivel de pre-factibilidad se proyectan los costos y beneficios sobre la base de criterios cuantitativos, pero sirviéndose mayoritariamente de información secundaria. En factibilidad, la información tiende a ser demostrativa, recurriendo principalmente a información de tipo primaria.

- **Inversión**, corresponde al proceso de implementación del proyecto, donde se materializarán todas las inversiones previas a su puesta en marcha.

- **Operación**, es aquella donde la inversión ya materializada está en ejecución. Por otro lado, Sapag Y Sapag (2003) establece que para llevar a cabo un estudio de Factibilidad de un proyecto de inversión se requiere, por lo menos, según la metodología y la práctica vigentes, de la realización de tres estudios: Estudio de Mercado, Estudio Técnico, Estudio Económico-Financiero.

1.8. Metodología

Las acciones realizadas en el presente proyecto están basadas en la Metodología General de Preparación y Evaluación de proyectos, Ministerio de Desarrollo Social (2013):

1.8.1. Estudio de mercado

El estudio de mercado consiste en todas las actividades necesarias para analizar la viabilidad comercial de un proyecto de inversión. Según Sapag y Sapag (2003) en el estudio de mercado debemos analizar y determinar la oferta, demanda y precios del producto o servicio, pero sin desestimar otros factores que son importantes a la hora de presentar el proyecto.

En el estudio de mercado debemos tener presente que es necesario reconocer los agentes que actúan en él, Sapag y Sapag (2003) menciona cinco sub-mercados que deben ser estudiados: proveedor, competidor, distribuidor, consumidor y externo.

Las actividades a realizar:

- Identificación de área de estudio y área de influencia, en base a los antecedentes recopilados.
- Diagnóstico de la situación actual, respecto a los aspectos del problema definido.
- Identificación de la población objetivo.
- Estimación de la demanda, de acuerdo al requerimiento de la población afectada.
- Estimación de la oferta.

1.8.2. Estudio técnico

El objetivo del estudio técnico consiste en analizar y proponer diferentes alternativas de proyecto para producir el bien que se desea, verificando la factibilidad técnica de cada una de las alternativas. A partir del mismo se determinarán los costos de inversión requeridos, y los costos de operación que intervienen en el flujo de caja que se realiza en el estudio económico-financiero. Este incluye: tamaño del proyecto, localización (Sapag y Sapag, 2003).

Las actividades a realizar:

- Descripción del lugar de asentamiento, usando respaldos u observaciones.
- Localización.
- Obras físicas a realizar.
- Presupuesto de la obra, según la alternativa seleccionada.

1.8.3. Tamaño del proyecto

La capacidad de un proyecto puede referirse a la capacidad teórica de diseño, a su capacidad de producción normal o a su capacidad máxima. Para ello se tienen en cuenta los siguientes elementos.

La primera se refiere al volumen de producción que bajo condiciones técnicas óptimas se alcanza a un costo unitario mínimo.

La capacidad de producción normal es la que bajo las condiciones de producción que se estimen regirán durante el mayor tiempo a lo largo del período considerado al costo unitario

mínimo y por último la capacidad máxima se refiere a la mayor producción que se puede obtener sometiendo los equipos al máximo esfuerzo, sin tener en cuenta los costos de producción.

Como concepto de tamaño de planta se adopta de las definiciones anteriores, la correspondiente a la capacidad de producción normal, la que se puede expresar para cada una de las líneas de equipos o procesos, o bien para la totalidad de la planta (Santos, 2008).

1.8.4. Evaluación económica

Para esto se deben definir los flujos de fondos del proyecto, de esta manera los flujos son:

- Los egresos e ingresos iniciales de fondos: son los que se realizan antes de la puesta en marcha del proyecto. Los egresos son los que están constituidos por el presupuesto de inversión, y los ingresos constituyen el monto de la deuda o préstamo.
- Los ingresos y egresos de operación: se generan durante la puesta en marcha del proyecto.
- El horizonte de vida útil del proyecto: es el período en el que se van a enmarcar los flujos netos de caja. La tasa de descuento: es la encargada de actualizar los flujos de caja, dándole así valor al dinero en el tiempo. Además, ha de corresponder con la rentabilidad que el inversionista le exige a la inversión por renunciar a un uso alternativo de recursos en proyectos con niveles de riesgos similares.
- Los ingresos y egresos terminales del proyecto: ocurren en el último año de vida útil considerado para el proyecto. Puede incluir: Recuperación del valor del Capital de Trabajo Neto, el valor de desecho o de salvamento del proyecto.

Las actividades a realizar:

- Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto.
- Tasa de descuento.

- Costos del proyecto.
- Beneficios del proyecto.
- Determinar flujos de caja.
- Determinar la viabilidad del proyecto.

1.8.5. Indicadores financieros

Revisan el resultado de la evaluación del proyecto de inversión en condiciones de certeza, el cual se mide a través de diferentes criterios que, más que optativos son complementarios entre sí, para Sapag (2003) son los siguientes:

- Valor Actual Neto (VAN)

Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si el VAN es igual o superior a cero, siendo el VAN la diferencia entre los ingresos y egresos de inversión, expresados en moneda actual. Si el resultado es igual a cero, no indica que la utilidad proyectada sea nula, sino que es igual a la utilidad generada por la segunda mejor alternativa, debido a que la tasa de descuento utilizada incluye el costo implícito de oportunidad de la inversión (Sapag y Sapag, 2003).

El VAN se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = (-I_0) + \sum \frac{FC_t}{(1 + i_k)^t}$$

En dónde:

I_0 : Inversión inicial del proyecto.

FC : Flujo de caja neto del proyecto para el periodo t .

i_k : Tasa de descuento.

Además, Lerdon (2006) señala que el también llamado VABN o Valor Actual de los Beneficios Netos, establece que la inversión es rentable sólo si el valor actual de los flujos de beneficios netos es mayor que el valor actual de la inversión cuando se actualiza haciendo uso de la tasa de interés pertinente para el inversionista.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Este criterio evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual (Sapag y Sapag, 2003).

Para Lerdon (2006), la tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios sea exactamente igual al valor presente de los costos. Dicho de otra manera, es la tasa de descuento que hace que el valor presente de los beneficios netos sea igual a cero. Por lo tanto, la regla de decisión indica que se aceptará todo proyecto en el cual la tasa interna de retorno sea mayor que la "tasa pertinente de interés" o tasa de descuento. La TIR puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$TIR \rightarrow 0 = (-I_0) + \sum \frac{FC_t}{(1 + i_k)^t}$$

En dónde:

Io: Inversión inicial del proyecto.

FC: Flujo de caja neto del proyecto para el periodo t.

ik: Tasa de descuento.

- **Período de recuperación del capital (Pay Back)**

Este se define como el período de tiempo requerido para que el flujo de caja cubra el monto total de la inversión, es decir al número de años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la suma de los pagos actualizados indicando el momento de la vida de la inversión en el cual el valor actual de los beneficios netos se hace cero (Ceño, 1982).

Por otro lado, Lerdon (2006) señala que, si la inversión genera un flujo de caja constante durante el desarrollo del proyecto, el período de recuperación se determina dividiendo el monto de la inversión por el flujo de caja anual. Si el flujo de caja esperado no es constante año a año, el período de recuperación puede ser determinado dividiendo el monto de la inversión por el promedio de los flujos anuales.

Sin embargo, este indicador no proporciona información acerca de la rentabilidad absoluta o relativa de la inversión, como tampoco proporciona ningún criterio para definir la viabilidad de la misma, este concepto simplemente indica que, a igualdad de otras circunstancias, la inversión es más o menos interesante cuanto más reducido sea el plazo de recuperación (Ceño, 1982).

- Análisis de Sensibilidad

La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables, que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto, pueden tener desviaciones con efecto de consideración en la medición de sus resultados y en la toma de decisiones (Sapag y Sapag, 2003).

Es por esto que para realizar un análisis de sensibilidad, deben considerarse aquellos parámetros que están sujetos a un fuerte grado de incertidumbre, cuyas variaciones repercuten considerablemente en los valores que tomarán los índices de medición de la inversión, como el VAN y la TIR.

2. Estudio de Mercado

2.1. Área de estudio y de influencia

El *área de estudio* de este proyecto de título está delimitada en la comuna de San Pedro de la Paz. Tal como se expone en la siguiente imagen:

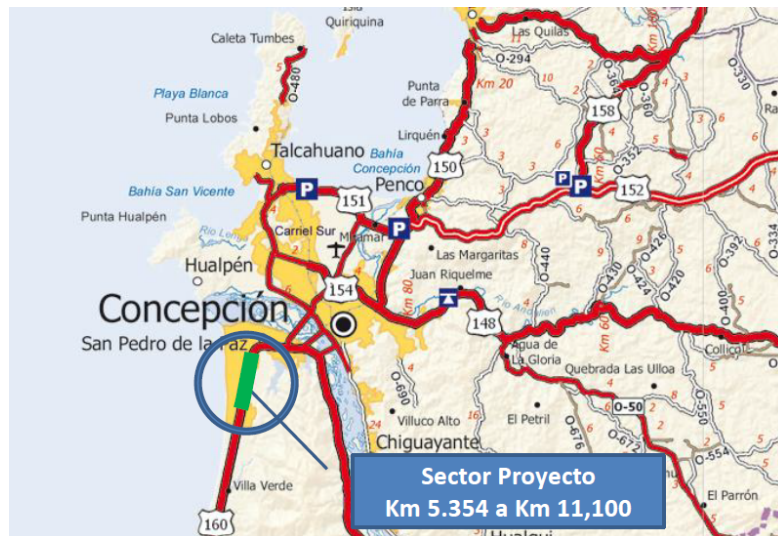


Imagen 2.1: Sector en dónde se realizará el proyecto.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas

- San Pedro de la Paz

Esta comuna se ubica en la provincia de Concepción, dentro de la región del Biobío y forma parte del Gran Concepción.

Durante la década del 2000, ésta comuna ha presentado un gran crecimiento residencial, especialmente en los proyectos inmobiliarios relacionados con los sectores de, Andalué, San Pedro del Valle y Olas; lo que ha conllevado un crecimiento económico y comercial. Además, uno de los objetivos de la comuna es poder convertirse en un polo gastronómico, invirtiendo en caletas de pescadores artesanales.

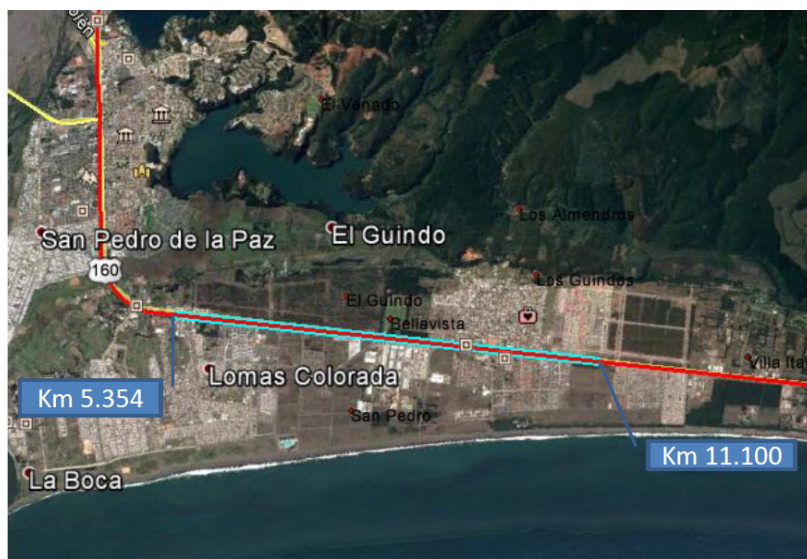
San Pedro de la Paz tiene una superficie de 112,5 Km² y posee, 14 Km de costa en el océano pacífico, 22 Km de ribera en el río Biobío y tres lagunas naturales.

Según el censo del año 2017, la comuna tiene una población de 131.808 habitantes.

- Tramo

El tramo específico en el que se realizarán modificaciones será del kilómetro 5.354 que corresponde al cruce Michaihue, al kilómetro 11.100 correspondiente a la población El Rosario; la segmentación de acción vial, queda definida de la siguiente forma:

- Desde Michaihue (Km 5,35) hasta el sector Av. Los Parques (Km 9,75), esto es en dirección San Pedro de la Paz – Coronel,
- Desde el sector cruce Cementerio (Km 8,3) hasta el cruce Michaihue (Km 5,35), dirección Coronel – San Pedro de la Paz.



*Imagen 2.2: Tramo de mejoramiento.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

En cambio el **área de influencia**, es el “territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos de la obra vial sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos, frecuentemente derivados de los cambios de accesibilidad, costos de transporte, efectos físicos de la ruta como barrera y otros.”²

Por lo tanto, la influencia estará relacionada directamente con el resto de las comunas impactadas por el proyecto de mejoramiento de la Ruta 160, tales como: Coronel, Lota,

² Ruta Provincial. http://www.mecontuc.gov.ar/dpv/descargas/paudiencia/rp_314/EIA_CAP3.pdf

Concepción, Talcahuano, Chiguayante y la provincia de Arauco. A continuación, se realiza una mención de las comunas influyentes:

- Coronel

Comuna perteneciente a la provincia de Concepción, ubicada en la mitad geográfica de Chile continental. Está ubicada a 30 km al sur de la capital regional.

Su superficie total es de 279 Km², posee dos lagunas y un humedal, además de varios esteros.

Su población, al censo del 2017, es de 116.262 habitantes y la densidad poblacional es de 416,7 hab/km².

- Lota

Comuna perteneciente a la provincia de Concepción, reconocida principalmente por sus yacimientos carboníferos, los cuales están relacionados al desarrollo histórico y económico de Chile.

Tiene una superficie total de 136 Km², la población al censo del año 2017 es de 43.535 habitantes y su densidad poblacional es de 320,11 hab/km².

- Talcahuano

Comuna perteneciente a la provincia de Concepción, reconocida principalmente por ser uno de los puertos más importantes del país, su economía está principalmente basada en la industria y la pesca.

Su superficie total es de 92,3 km², la población al censo del año 2017 es de 151.749 habitantes y su densidad poblacional es de 1644,08 hab/km².

- Chiguayante

Última comuna que se verá afectada y/o beneficiada por el proyecto perteneciente a la provincia de Concepción. Su superficie total es de 72 Km² y la población al censo del 2017 es de 85.938 habitantes.

- Provincia de Concepción

Es una de las cuatro provincias que integran la región del Biobío, alberga la mayor población regional. Es considerada uno de los polos más importantes del país, en donde destacan la industria pesquera, forestal, siderúrgica y manufacturera.

En el censo del 2017 su población calculada fue de 995.658 habitantes. Posee una superficie de 3.439 Km².

- Provincia de Arauco

Creada en el año 1970, después de un proceso de regionalización, está formada por 7 comunas, que a su vez pertenecen a la región del Biobío.

Cuenta con una superficie de 5.457,2 Km². Su población es de 166.087 habitantes y su densidad habitacional es de 30,37 hab/km².

2.2. Diagnóstico de la situación actual

En base a un estudio de mejoramiento realizado en el año 2012, se llega a la conclusión que, para mejorar la accesibilidad y conectividad, sería necesario diversificar la vialidad actual de este tramo.

Pues, actualmente existe un sostenido crecimiento urbano lo que conlleva a la creación y expansión de las áreas residenciales y urbanas ya existentes, las que en general se siguen ubicando en torno al eje Ruta 160 – Pedro Aguirre Cerda, potenciando el incremento del flujo vehicular actual y futuro.

Es en este punto dónde existe un solo eje estructurante por donde circulan los flujos provenientes del sur a Concepción y viceversa. Al ser una ubicación sobre el cual ha crecido San Pedro de la Paz, se le asocia una alta demanda.

Otros puntos importantes que llevan a la necesidad de crear o mejorar este tramo de la Ruta 160, es que los otros proyectos de mejora son a mediano y largo plazo pues incluyen la creación de rutas inexistentes hoy en día o la construcción de puentes.

Hoy en día existe una red vial poco diversa y con escasas conexiones, alta demanda vehicular a lo largo del día y de la semana, tanto por vehículos de paso o pertenecientes a la propia comuna. Esto implica, además, problemas de acceso a la Ruta 160 desde las zonas residenciales anexas.

En cuanto a los flujos vehiculares, el *peak* de los días laborales es equivalente a la oferta vial existente, por lo tanto, se producen estas congestiones; el principal flujo vehicular es de automóviles particulares, alcanzado aproximadamente el 85%; el flujo de pasajeros es principalmente en transporte público -11.000 pasajeros/hora en transporte público y 3.000 pasajeros/hora en transporte privado-. El flujo de carga de camiones alcanza los 6.000 camiones/día.

Existen altos tiempos de viaje, ocasionados principalmente por la alta demanda y falta de vías alternativas en estos tramos.

2.3. Población objetivo

La población o área de estudio de este proyecto son los usuarios correspondientes al área de influencia presentada previamente, grupo afectado de manera directa con el proyecto.

Los **usuarios directos**, son aquellos que utilizan la Ruta 160 es decir los habitantes de la comuna de San Pedro de la Paz, Lota, Coronel, Concepción y en parte de la Provincia de Arauco.

Estos pueden pertenecer al parque automotriz o no, pues en la población igualmente se cuenta a las personas que se trasladan en transporte público y Biotrén.

2.4. Estimación de la demanda

Al año 2017 en las provincias de Arauco y Concepción, el parque automotriz alcanzo los 320.000 automóviles. Lo que corresponde a más del 50% de los automóviles de la Región.

Esta cantidad de automóviles, en Arauco y Concepción, causan grandes problemas de conectividad en la Región, especialmente en el caso a desarrollar en el presente proyecto.

Provincia	Parque automotriz
Concepción	273.324
Arauco	38.638
TOTAL	311.962

*Tabla 2.1: Parque automotriz.
Fuente: CONASET Chile.*

Se debe mencionar que tan sólo en la comuna de San Pedro de la Paz, el parque automotriz es de 35.755 automóviles y continuará aumentando en una tasa del 5%.

En base a estudios realizados durante los años anteriores y publicados en SECTRA (Programa de Vialidad y Transporte Urbano), los horarios punta del tramo en estudio son los siguientes:

Horario	Día laboral	Día sábado	Día domingo
Mañana	07:15 – 09:30 HRS	10:15 – 12:15 HRS	12:45 – 15:15 HRS
Medio día	12:45 – 15:30 HRS	13:00 – 14:15 HRS	-
Tarde	18:30 – 21:15 HRS	16:45 – 18:00 HRS	20:15 – 21:45 HRS

*Tabla 2.2: Horarios punta.
Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.*

En los mismos estudios se realizaron matrices para los periodos punta de vehículos que transitan por la ruta, los viajes por estos tramos tienen directa relación con la comuna de Concepción, el principal centro de generación y atracción vehicular.

Estas matrices proyectadas para el año 2020, presentan solamente los datos desde la comuna de San Pedro de la Paz en adelante, lo que no implica que no se contabilicen desde las comunas de Coronel y Lota, pues las encuestas de origen fueron tomadas desde la Ruta 160. De esta manera, se presentan los datos resumidos, las tablas completas se pueden encontrar en el Anexo B:

- Horario punta: mañana

	Concepción	San Pedro de la Paz	Otras comunas	TOTAL COMUNAS
Concepción	1.886	1.549	1.141	4.576
San Pedro de la Paz	5.260	2.282	2.803	8.063
Otras comunas	1.899	253	1.702	3.854
TOTAL COMUNAS	9.045	4.084	3.364	16.493

Tabla 2.3: Matriz proyectada, horario punta 2020.
Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.

- Horario punta: medio día

	Concepción	San Pedro de la Paz	Otras comunas	TOTAL COMUNAS
Concepción	1.770	1.531	1.378	4.679
San Pedro de la Paz	2.623	1.481	651	4.755
Otras comunas	1.303	423	969	2.695
TOTAL COMUNAS	5.696	3.435	2.998	12.129

Tabla 2.4: Matriz proyectada, horario punta 2020.
Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.

- Horario punta: tarde

	Concepción	San Pedro de la Paz	Otras comunas	TOTAL COMUNAS
Concepción	1.132	2.914	1.550	5.596
San Pedro de la Paz	2.049	1.649	487	4.185
Otras comunas	1.263	386	1.649	2.900
TOTAL COMUNAS	4.444	4.949	3.288	12.681

Tabla 2.5: Matriz proyectada, horario punta 2020.
Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.

Ahora, en cuanto a la proyección del incremento de las rutas de buses, en este estudio se consideraron las tasas de crecimiento para la población en la comuna de San Pedro de la Paz, para el informe se obtuvo:

Año	Población (Habitantes)	Tasa (%)
2013	100.336	1,38%
2014	101.714	1,37%
2015	103.078	1,34%
2016	104.356	1,24%
2017	105.640	1,23%
2018	106.917	1,21%
2019	101.198	1,20%
2020	109.474	1,18%

Tabla 2.6: Tasa de crecimiento poblacional en San Pedro de la Paz.
Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.

Finalmente, en cuanto a la tasa de crecimiento del transporte de carga, este se realizó en base al estudio “Interconexión Vial Logística Portuaria”, en él realizaron un análisis de este medio de transporte en función de los productos que se transportaban y una posible evolución en el tiempo para dos periodos, pero para efectos de este proyecto sólo se observaran los correspondientes al tramo temporal 2015 – 2025, de esta manera, se tiene:

Periodo	Camiones de dos ejes	Camiones + de dos ejes
	2015-2025	2015-2025
Tasa promedio	4,1	3,3

*Tabla 2.7: Tasa de crecimiento anual de flujo de camiones.
Fuente: SECTRA. Estudio de mejoramiento ruta 160.*

2.5. Estimación de la oferta

Las actuales condiciones de la Ruta 160, limitan la cantidad de automóviles que pueden circular por la misma. La cantidad de pistas por tramo estudiado es demasiado poca para esta cantidad.

La infraestructura que se ofrece en la actualidad es de dos pistas por lado, tal como se puede visualizar en la siguiente imagen, de la estación Alborada, perteneciente al tramo en estudio y es uno de los puntos a intervenir:



*Imagen 2.3: Estación Alborada.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

La oferta estimada para este proyecto se basó en información entregada por el Ministerio de Obras Públicas, quienes realizaron estudios en terreno, revisaron, validaron y codificaron los datos.

De esta manera en la actualidad la cantidad de automóviles, livianos y pesados que pueden circular por la Ruta 160 son los siguientes, para días laborales -la unidad de medida es vehículos por hora-:

Ubicación	V.L	L.C	C.S	V.P	TOTAL
Ruta 160	898	164	126	176	1364

*Tabla 2.8: Flujo de Vehículos en día laboral.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

Para los días de fin de semana, los valores son los siguientes -también medidos en vehículos por hora-:

Día	V.L	L.C	C.S	V.P	TOTAL
Sábado	745	104	74	113	1036
Domingo	854	95	19	21	990

*Tabla 2.9: Flujo de Vehículos en fines de semana.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

3. Estudio Técnico

3.1. Localización

El área de estudio para este proyecto de mejoramiento de la Ruta 160, se encuentra definida por las comunas de San Pedro de la Paz y Coronel –principalmente-, pero con influencia en el resto del Gran Concepción.

Actualmente, la Ruta 160 no tiene manera de expandirse a otros puntos -en un corto plazo-, es por eso que se decide plantear diferentes maneras de lograr una mejora, ubicada en la comuna de San Pedro de la Paz, con el objetivo principal de contribuir a disminuir la congestión actual que esta instaurada en el sector de estudio.

El territorio de la comuna de San Pedro de la Paz abarca una superficie de 11.250 ha., lo que equivale a un 0,3% de la superficie de la Región; tal como se menciona en el capítulo anterior es una comuna costera, limitante con Coronel.



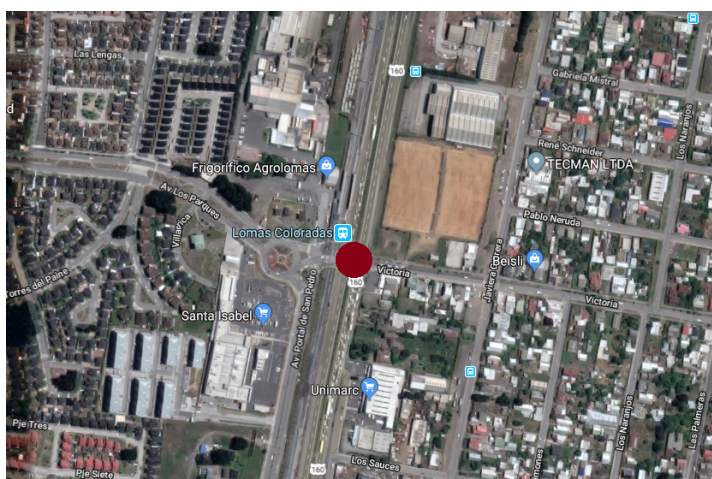
*Imagen 3.1: Área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.*

Las principales zonas de interés en la comuna de San Pedro de la Paz son las residenciales consolidadas, zonas residenciales en expansión -como por ejemplo Geosal, Jardines de San Pedro, etc.-, zonas mixtas (residencial e industrial), bosques de pino en crecimiento, cementerio, zona industrial, zona poblacional -Lomas Coloradas, Michaihue, Boca Sur, etc.-.

A continuación, se presentan los puntos extremos del tramo a revisar en este proyecto, ubicado -como se menciona en los capítulos anteriores- en la comuna de San Pedro de la Paz.



*Imagen 3.2: Punto de inicio, cruce Michaihue.
Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 3.3: Punto de término, Población El Rosario.
Fuente: Elaboración propia.*

El cruce Michaihue es la intersección entre la Ruta 160 y la Avenida Michaihue, esto en el punto más conflictivo de la ruta. En el lugar de término, en cambio, se intersecta por ambos lados de la carretera con Avenida Los Parques y con la calle Victoria en la Población El Rosario.

Por ambos tramos circulan diferentes tipos de autos motorizados, vehículos particulares, microbuses y camiones.

El estudio de “Mejoramiento de la Ruta 160” presentó que los principales recorridos que realizan los *camiones de carga*, son los que circulan, principalmente, por el puente Llacolén y el Puente Juan Pablo II, y en menor medida por el puente Chacabuco.

La Ruta 160 se constituye como el principal eje de tránsito de camiones de bajo, mediano y alto tonelaje. El acceso norte de Coronel, es reconocido como uno de los sectores industriales de la comuna, aquí existe principalmente el tránsito de camiones de alto tonelaje.

El mismo estudio presentó que los *buses urbanos* que transitan por la Ruta 160, son mayormente catalogados como rurales (no licitados) los cuales conectan el sector de Palomares en Concepción con la zona de Lota y Arauco; la ruta que utilizan es desplazándose a lo largo del Puente Juan Pablo II, Avenida Pedro Aguirre Cerda y la Ruta 160, estos buses no tienen ninguna variación en sus rutas; son seis líneas las que realizan estos recorridos.

En cuanto a los *vehículos livianos o particulares*, los viajes de la comuna de San Pedro de la Paz se vinculan directamente con Concepción -principal centro de generación y atracción de vehículos-.

3.2. Alcance del proyecto

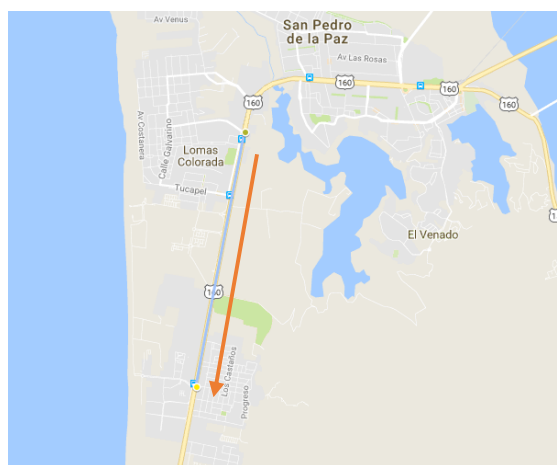
Como se ha mencionado a lo largo de este informe la Ruta 160 representa una conexión vital para el funcionamiento de San Pedro de la Paz y el Gran Concepción, pues es la única vía de conexión. Además de la vía férrea ubicada al costado nor-poniente de la ruta -la cual condiciona bastante el funcionamiento de la vialidad de este eje-.

Por lo tanto, este proyecto pretende homologar tres pistas por sentido y mejorar la gestión de algunas intersecciones.

Esta es una medida de solución a **corto plazo**, pues el Ministerio de Transporte desarrolla paralelamente la creación de un corredor de transporte, y además el Ministerio de Obras Públicas estudia la creación de una vía alternativa para el tránsito entre Concepción y estas comunas.

Por lo tanto, las acciones presentadas en el proyecto están enfocadas solamente en la ejecución de obras que mejoren la gestión del tránsito en la Ruta 160, entre el cruce Michaihue -en el kilómetro 5.354- y el sector de la Población El Rosario -en el kilómetro 11,1-, en San Pedro de la Paz.

De esta manera, se considera la incorporación de una tercera pista en el sentido de San Pedro de la Paz a Coronel desde Michaihue hasta Avenida los Parques, con una distancia de 4,21 kilómetros. Como se ve a continuación:



*Imagen 3.4: Tercera pista.
Fuente: Elaboración propia.*

En dirección Coronel a San Pedro de la Paz, se planea una doble calzada proyectada en una distancia menor a la dirección contraria, desde Calle 1 Norte en el cruce del cementerio, kilómetro 8,3, hasta Michaihue.

- (excepto los días viernes que el comienzo es a las 17.00 PM).

El comienzo del tramo -sector Michaihue- manifiesta una alta sensibilidad, lo que deriva en que en este punto sólo se podrán efectuar faenas en horario nocturno y los sábados después de las 15.00 PM o feriados.

3.4. Descripción del proyecto

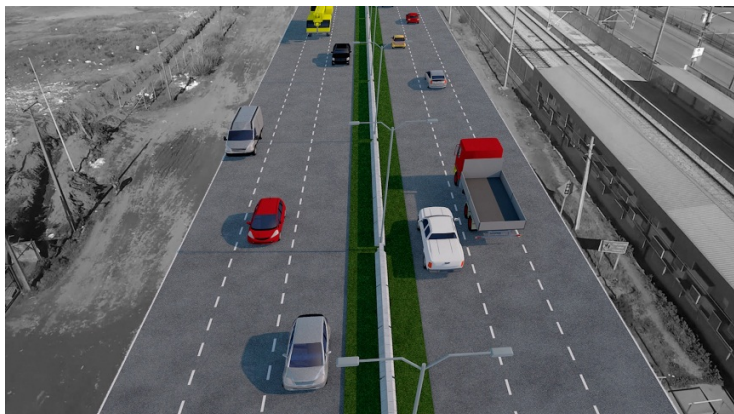
Tal como se describe en los puntos anteriores se plantea el mejoramiento de la Ruta 160 – Pedro Aguirre Cerda, mediante la ampliación a tres pistas por sentido, con la idea de mejorar el funcionamiento de la ruta misma, mediante la optimización de los accesos a la Ruta 160.

A continuación, se presenta una imagen actual de algunos tramos y cómo se verán de forma posterior a la ejecución del proyecto. La estación Alborada, ubicada un poco después del cruce Michaihue, actualmente tiene dos pistas por lado y una estación de Biotrén.



*Imagen 3.6: Estación Alborada - Actualidad.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

Este proyecto plantea la implementación de tres pistas por lado, tal como se presenta en la siguiente imagen, además del mejoramiento de bandejón central:



*Imagen 3.7: Estación Alborada – Con Proyecto.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

Ahora, en el cementerio que es una intersección de salida desde el mismo parque de cementerio y de MEGACENTRO ubicado frente a él, se ve de la siguiente forma actualmente; en este tramo el 74% de la superficie está sin uso aparente, la normativa vigente permite todo tipo de usos:



*Imagen 3.8: Sector Cementerio - Actualidad.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.*

Después del proyecto, esta intersección se vería de la siguiente manera:

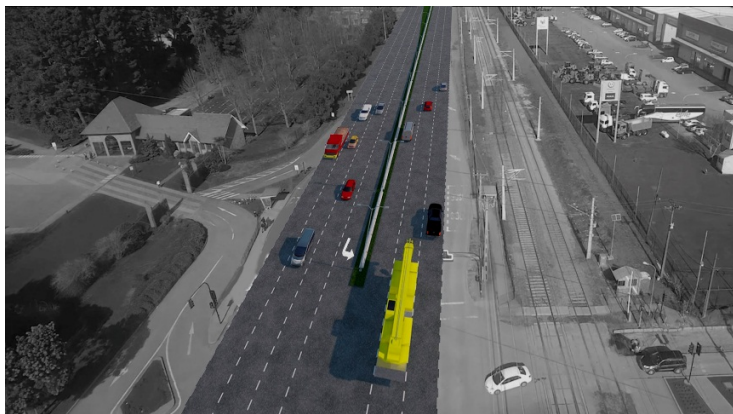


Imagen 3.9: Sector Cementerio – Con Proyecto.
Fuente: Ministerio de Obras Públicas.

3.5. Presupuesto del proyecto

En este punto se presenta el presupuesto oficial del proyecto de “Mejoramiento de la ruta 160, entre los tramos del cruce Michaihue y el sector de población el Rosario, en la comuna de San Pedro de la Paz”, el detalle de los ítems expuestos en la tabla 3.1 se encuentra en el anexo C.

Descripción	TOTAL (valores brutos)
Obras civiles	\$5.997.216.352
Consultoría	\$240.000.000
Gastos administrativos	\$1.000.000
TOTAL	\$6.238.677.607

Tabla 3.1: Presupuesto del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

3.6. Aspectos legales

Los principales aspectos legales y políticos que se deben mencionar en este proyecto, son los que proporcionan el marco normativo en que se inserta el Plan Regulador Comunal, de manera de destacar la normativa territorial, urbana y ambiental.

- Normativa territorial

Ley General de Urbanismo y Construcciones. DFL N° 458 (V y U) de 1975.

Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, DS N° 47 (V y U) de 1992.

La Circular DDU 55 de 27.10. 99. del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

La Circular N° 1819 de 09/12/93 de la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Región del Biobío.

- Normativa ambiental

Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, D N° 30 de abril de 1997 y sus modificaciones.

- Instrumentos de Planificación Vigentes

Plan Seccional Villa San Pedro aprobado por D.S N° 215 y publicado en el D.O. de 01/07/80, Plano PS-06 Villa San Pedro.

Plan Regulador Comunal de Concepción de 1982 (territorio correspondiente a la comuna de San Pedro de la Paz) aprobado por DS N° 141 de 31/08/82 publicado en el DO de 20/10 82 y sus modificaciones.

3.7. Antecedentes ambientales

La comuna de San Pedro de la Paz cuenta con un variado territorio en cuanto a ecosistemas, por ejemplo: la laguna grande y chica, el humedal Los Batros, playas y bosque nativo.

Esta comuna y Coronel están localizadas en una planicie litoral, con clima templado y húmedo.

En cuanto a la Ruta 160, esta se encuentra paralela a la línea de la costa y funciona como un eje conector entre diferentes comunas de la región. A continuación, se presentan algunas problemáticas ambientales que se deben tener en consideración y otras se nombran:

- Aire

En el año 2007, esta comuna fue declarada zona latente en conjunto con diez comunas del Biobío³, -esto se refiere a que es una zona en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo está entre el 80% y el 100% del valor de la norma de calidad ambiental respectiva⁴-.

Pues en ese entonces se emitían cinco veces más material particulado que en la región Metropolitana, la mitad de este material correspondía a las industrias, mientras que el resto se asociaba a polvo de las calles y contaminación por el uso de leña. Esta situación, no ha mejorado con los años si no que ha ido empeorando; ya que para el año 2014 San Pedro de la Paz era una de las comunas con mayor índice de contaminación a nivel nacional.

La expansión urbana ha aumentado la cantidad de automóviles, contribuyendo a la congestión vehicular y el alza en el tiempo de traslados, por ende, el uso de los vehículos es mayor y así también la producción de contaminantes.

Además, se debe recordar la existencia de la Termoeléctrica Bocamina en Coronel, la contaminación de esta es aún más grande, lo que se adiciona a las papeleras y aserraderos que operan dentro de la comuna de San Pedro de la Paz.

- Agua

Aun cuando la Ruta 160 no cuenta con presencia de cursos fluviales directos, se encuentra paralela y cercana al mar. En estas zonas se presentan problemas más cercanos a la comuna de Coronel -pues se encuentra la termoeléctrica-.

- Suelo

La principal situación a observar en este punto es la asociada a la presencia de la vía del Biotrén, ésta es paralela a la ruta y no tiene ningún uso en los terrenos que la colindan; lo que genera varios espacios vacíos, que actualmente solo sirven como depósito de escombros y basura.

³ <http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2007/12/07/inedito-fallo-judicial-obliga-a-declarar-zona-saturada-al-gran-concepcion/>

⁴ http://www.terram.cl/2011/11/zonas_saturadas_y_latentes/

4. Estudio Económico

En este cuarto capítulo se presenta el estudio económico para el desarrollo del proyecto, el que contempla el análisis económico del proyecto, el estudio de las inversiones, el financiamiento y los respectivos indicadores.

4.1. Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto

El horizonte de evaluación del proyecto corresponde a 10 años, esto se argumenta en poder validar un resultado conservador; durante el periodo estipulado no se aplicó ninguna tasa de crecimiento en relación a los beneficios.

4.2. Inversión del proyecto

En este punto se presenta el presupuesto oficial del proyecto de “Mejoramiento de la Ruta 160, entre los tramos del cruce Michaihue y el sector de población el Rosario, en la comuna de San Pedro de la Paz”. El detalle de los ítems presentados en la tabla 4.1, están disponibles en el anexo C.

Descripción	Total (valores brutos)
Gastos Administrativos	\$1.000.000
Asesorías	\$240.000.000
Obras Civiles	\$5.997.216.352
TOTAL	\$6.238.216.000

Tabla 4.1: Presupuesto del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Evaluación social – económica

4.3.1. Inversión inicial

En el presente capítulo se entrega información relativa a las inversiones asociadas al proyecto de mejoramiento de la Ruta 160, para esto es imperante poder estimar los montos de inversión relacionados con el nivel social y el respectivo valor residual.

Teniendo en cuenta la información expuesta en capítulos anteriores, es importante volver a mencionar que el proyecto asociado a la construcción de las terceras pistas en la Ruta 160 no tiene contemplada ningún tipo de expropiación, por lo tanto, se omite el cálculo de los valores resultantes de dicha operación.

- Costo *privado* de inversión

Los presupuestos de estas características se calculan a partir de las cubicaciones de la obra, la que contempla los principales ítems asociados. Se consideran precios unitarios basados en el conocimiento del área en estudio.

- Costo *social* de inversión y *valor residual*

Para identificar el costo social, se desglosa cada partida del presupuesto de inversión a precio de mercado; en los componentes de mano de obra, moneda nacional y extranjera, impuesto o transferencias, para multiplicarlos por los factores de corrección identificados en la tabla 4.2.

En lo que respecta al valor residual social -este se incorpora como beneficio en el último año de evaluación del proyecto-, se multiplica la inversión por el coeficiente que representa el porcentaje estimado del gasto que tiene el proyecto al final del horizonte de evaluación, es decir al finalizar los 10 años.

Así, la inversión de este proyecto queda presentada en la siguiente tabla:

Obra	Ampliación de calzadas
Inversión Privada (MM\$)	6.000.000.000
Inversión Social (MM\$)	4.800.000.000

*Tabla 4.2: Inversiones de acciones tipo por kilómetro.
Fuente: Elaboración propia, en base a estudios del SECTRA.*

Debido a las características del proyecto no se consideró ningún valor residual.

4.3.2. Beneficios sociales

Para estudiar los beneficios de un proyecto, se analiza la cuantificación de ahorro de los recursos. Considerando el mejoramiento de la Ruta 160, como eje central de análisis, si los recursos sociales utilizados, cuando se lleva a cabo el proyecto, son menores a los recursos que se utilizan sin el proyecto, entonces, se justifica la realización de esta propuesta en estudio.

En lo que respecta al caso de estudio analizado, se consideraron los beneficios de tiempo, ahorro de combustible y otros costos de operación, y en base a ellos se realizó la evaluación social. A continuación, se expone la tabla 4.4, la que dispone los precios sociales incorporados en el análisis financiero del proyecto de las terceras pistas en la Ruta 160.

	Tipo de Vehículo				
	Auto	Camionetas	Camión 2 ejes	Camión +2 ejes	Buses
P.S Vehículo (\$/VEH)	9.151.316	10.652.661	21.483.944	48.632.317	78.239.092
P.S Combustible (\$/LT.)	394	394	373	363	363
P.S Neumático (\$/N)	34.347	67.863	105.101	208.221	208.221
P.S Mantención (\$/HR.)	4.553	4.553	4.553	4.553	4.553
P.S Lubricante (\$/LT.)	4.780	4.780	2.255	2.255	2.255

Tabla 4.3: Precios Sociales, para el año 2018.
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.

En la evaluación, también se incorporaron las tasas de ocupación dispuestas a continuación:

Horario	V. Livianos	Buses y taxibuses	Camión liviano	Camión pesado
Punta Mañana	1,73	21,31	1,50	1,50
Punta Mediodía	1,56	20,56	1,50	1,50
Punta Tarde	1,65	22,20	1,50	1,50

Tabla 4.4: Tasas de ocupación.
Fuente: Elaboración propia, en base a informes acerca de la conexión en San Pedro.

Tanto los datos dispuestos en la tabla 4.4 y 4.5 se utilizan para realizar el cálculo de los costos de operación, mantención y tiempo, además se presentan en cada año de vida útil del proyecto de mejoramiento de la Ruta 160.

Los precios sociales considerados en las tablas, se encuentran disponibles en el anexo C.

4.3.3. Estimación de consumo de los recursos

Estos se realizaron a partir de los datos entregados en los informes de Vialidad y Transporte Urbano (SECTRA), los que identificaron diferentes alternativas de mejoramiento en la Ruta 160, incluyendo la seleccionada para análisis y realización por parte del Ministerio de Obras Públicas. Los beneficios se calcularon en base a los resultados de la modelación de dichas alternativas y se presentan a continuación:

- Escenario sin proyecto

Año	Consumo (M\$/Año)			
	Tiempo	Combustible	Otros	TOTAL
1	71.894	32.499	28.483	132.877
10	73.146	32.985	29.364	135.496

Tabla 4.5: Consumo de recursos en la situación actual.

Fuente: Elaboración propia, en base a estudios del Ministerio de Obras Públicas.

- Escenario evaluado con la alternativa presentada en el proyecto, construcción de terceras pistas para el mejoramiento de la Ruta 160.

Año	Consumo (M\$/Año)			
	Tiempo	Combustible	Otros	TOTAL
1	69.822	31.895	28.679	130.397
10	70.915	32.672	29.122	132.711

Tabla 4.6: Consumo de recursos en la situación actual.

Fuente: Elaboración propia, en base a estudios del Ministerio de Obras Públicas.

4.4. Flujo de caja

Es importante recordar que los indicadores utilizados en el presente proyecto deben ser analizados bajo un enfoque social; de igual forma se integran los indicadores usuales, tales como VAN y TIR, y se incluyen VAN_1 y TRI.

A continuación, se presenta el detalle del flujo de caja considerado en el presente proyecto, el cual incorpora la inversión definida por el Ministerio de Obras Públicas y los beneficios del tiempo, ahorro de combustible y otros beneficios relacionados a otros costos de operación involucrados en la ejecución del mejoramiento de la Ruta 160.

	INVERSIÓN MM\$	Beneficios \$			Beneficio NETO MM\$
		Tiempo	Combustible	OCO	
2018	-4.800.000				-4.800.000
2019		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2020		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2021		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2022		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2023		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2024		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2025		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2026		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2027		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
2028		886,711,732	-\$73,528,067	70,177,074	883,361
				VAN (\$)	1.701.611
				TIR (%)	12,97%
				VAN₁ (\$)	561,661
				TRI (%)	18,40%

Tabla 4.7: Flujo de caja.
Fuente: Evaluación propia.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto quiere mantener un resultado conservador, es por esto que se utiliza un horizonte de evaluación de 10 años y se omitió la aplicación de la tasa de crecimiento entre el periodo considerado, al igual que el valor residual.

Cuando estudiamos los resultados de los indicadores, calculados en función de los valores identificados en el flujo de caja, podemos comentar que la propuesta financiera, de la construcción de terceras pistas para el mejoramiento de la Ruta 160, es socialmente rentable, lo que se argumenta en los valores obtenidos en los indicadores de rentabilidad, presentando al proyecto como una alternativa viable en el corto plazo, lo que contribuye a solucionar el problema de vialidad actual que presenta la comuna de San Pedro de la Paz.

- Para el Valor Actual Neto (**VAN**), se obtuvo un valor de \$1.701.611, lo que indica que las inversiones a realizar en el proyecto se justifican (desde el punto de vista

social); por lo tanto, se puede considerar una alternativa rentable que puede respaldar la decisión de no descartar ni postergar la ejecución del proyecto.

- En relación al valor obtenido para la Tasa Interna de Retorno (**TIR**), la cifra alcanza un 12,97%, cifra mayor a la tasa de descuento utilizada para este tipo de proyectos (6%), este resultado contribuye a argumentar que el proyecto en evaluación es socialmente rentable.

En cuanto a los indicadores adicionales que se integraron al análisis y que corresponden a la evaluación en el corto plazo del proyecto, se puede comentar lo siguiente:

- La Tasa de Rentabilidad Inmediata o **TRI** que indica si se debe invertir en el año cero, presenta un valor mayor a la tasa de descuento (6%), el que asciende al 18,40%. Este resultado quiere decir que se puede y debe invertir en el año cero, evitando postergar la inversión.
- En cuanto al Valor Actualizado Neto del primer año o **VAN₁**, que refleja el costo de postergar el proyecto, la cifra equivale a 561,661, resultado positivo que justifica la inversión en el año cero.

4.5. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad resulta ser una herramienta que ayuda a visualizar los posibles escenarios a los que se puede enfrentar un proyecto, es específico para el caso de estudio el de la incorporación de las terceras pisas, en un tramo específico, de la Ruta 160.

Las variaciones que se realizan en los datos financieros del proyecto, son los que aportan a la formulación de escenarios críticos y por ende son un respaldo en la toma de decisiones cuando los proyectos se ven enfrentados a factores dinámicos que afectan directamente su ejecución.

Para este caso se consideró realizar la variación en el nivel de inversión, lo que claramente está relacionado con decisión de destinar fondos estatales a la ejecución del proyecto en estudio, por lo que es imperante tener una noción clarificadora del comportamiento de este factor, es decir, si se invierte menos, lo que deriva en disminuir actividades operativas, ¿se

mantiene la mejora del beneficio social? O en el caso opuesto, si se invierte un valor superior al considerado, ¿aumenta el beneficio social? Todas estas interrogantes se pueden resolver con los resultados presentados en la tabla 4.9.

Evaluación		Inversión	
Indicadores	Valor (\$)	+20%	-20%
VAN	1.701.612	741.612	2.661.612
VAN ₁	561.661	507.321	616.001
TIR	13%	8,6%	18,9%
TRI	18,4%	15,3%	23%

Tabla 4.8: Análisis de sensibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de sensibilidad podemos comentar los siguientes aspectos:

El hecho de aumentar la inversión en un 20%, lo que tendría relación con aumentar las actividades operativas, de obra, entre otras, no implica tener mejores resultados; es decir, el incremento de acciones puede tener relación con desarrollar mejoras en una zona más extensa del tramo, considerado inicialmente para la intervención de la Ruta 160, lo que deriva en inversiones altas con un bajo índice de rentabilidad.

Tanto el VAN como el TIR disminuyen significativamente al aumentar la inversión e incluso la tasa interna de retorno difiere en un promedio de 2 puntos con respecto a la tasa considerada para la evaluación del proyecto (6%). Estos valores son los que facilitan tomar la decisión de no invertir y aplazar la ejecución del proyecto, a pesar de que el comportamiento de los indicadores de corto plazo se mantiene estable en relación al escenario inicial.

Por otro lado, cuando la inversión disminuye en un 20%, lo que se relaciona con disminuir actividades de obra o la incorporación de infraestructura que complemente el buen funcionamiento de las tres pistas en la Ruta 160; se presenta como una alternativa factible, con indicadores relativamente similares a la propuesta inicial, tanto en el VAN y el TIR, como en los indicadores de corto plazo que respaldan la inversión en el año cero.

5. Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio se llevó a cabo con la información disponible entregada por el Ministerio de Obras Públicas para el desarrollo del mejoramiento de la Ruta 160, lo que implica la construcción de terceras pistas en tramos específicos de la ruta indicada. Esta alternativa se validó en estudios previos realizados por el Programa de Vialidad y Transporte Urbano (SECTRA), desplazando en el corto plazo a otras intervenciones que se complementan a la ejecución de este proyecto, lo que finalmente se traduce como una solución al estancamiento vehicular que se genera en la comuna de San Pedro de la Paz, con sentido hacía Coronel y hacia Concepción, (desde el cruce Michaihue a la población el Rosario).

En consideración de lo expuesto en los capítulos de desarrollo, sobre todo en aquellos que hacen énfasis en los aspectos técnicos y económicos, se puede concluir lo siguiente:

concluir que el proyecto actual es una buena opción de ejecución, lo que se respalda en factores de tiempo, beneficios e inversión.

- La situación actual del tramo, considerado para la intervención, es compleja en aspectos de vialidad; esto se debe a la expansión urbana e inmobiliaria que ha absorbido la comuna de San Pedro de la Paz, derivando en el incremento del flujo vehicular en la Ruta 160, que conecta a la comuna con Concepción y Coronel.
- La congestión vehicular que se genera en la ruta de conexión, también deriva en problemas ambientales y sociales; ya que el incremento en el tiempo de permanencia de los vehículos en tránsito contribuye a la producción de contaminantes que derivan en la disminución de la calidad de vida de los habitantes de la comuna.
- En lo que respecta al estudio financiero, este se basa en los precios sociales, vigentes, dispuestos por el Ministerio de Desarrollo Social; estos valores expresan el costo real de la ejecución de un proyecto de inversión social, con una tasa de descuento igual al 6%, según lo estipulado para este tipo de intervenciones.
- Finalmente, la inversión social del proyecto fue de \$6.238.216.000, valor que incorpora gastos administrativos, asesorías y obras civiles, los indicadores asociados presentan valores positivos:
 - VAN: \$1.701.612
 - TIR: 13%
 - VAN₁: \$561.661
 - TRI: 18,4%

Estos valores indican y respaldan económicamente, desde el punto de vista social, que el proyecto es viable y que además se puede invertir desde el primero año, en consecuencia, de los indicadores de corto plazo, como lo son el VAN₁ y TRI, teniendo en cuenta además que la rentabilidad inmediata equivale al 18,40%, valor superior a la tasa de descuento referencial, del 6%.

- En lo que respecta al análisis de sensibilidad, el proyecto se posiciona en escenarios favorables, tanto para un incremento del 20% de la inversión como una disminución

de igual porcentaje, lo que ayuda a respaldar decisiones que involucren el recorte presupuestario del proyecto en estudio.

- La construcción de las terceras pistas en la Ruta 160, específicamente en el tramo del cruce Michaihue y la población El Rosario, se considera un beneficio que extrapola a los factores de vialidad y se incorpora en la calidad de vida de las personas que transitan por el segmento de ruta mencionado; además es un proyecto que posee un alcance integrador, ya que si bien el foco es la comuna de San Pedro de la Paz, tanto las personas que circulan con dirección a Coronel, como las que lo hacen en dirección a Concepción u otras comunas desde Lota, Coronel o San Pedro de la Paz, serán usuarios y beneficiarios de las obras de descongestión.

Teniendo en cuenta las recomendaciones que se podrían realizar para poder complementar el presente proyecto y poder contribuir a una mejora continua de la Ruta 160 y la disminución de la congestión vehicular, teniendo en cuenta el progresivo aumento que ha tenido y proyecta la comuna de San Pedro de la Paz, en relación a su cantidad de habitantes, podemos comentar lo siguiente:

- Teniendo en cuenta los antecedentes investigados para la realización del presente proyecto, se recomienda vincular activamente la incorporación de las terceras pistas con los futuros proyectos que comience a realizar el Ministerio de Obras Públicas en el sector, esto porque si los proyectos no se integran y articulan de forma continua y fluida, cada una de estas mejoras terminara funcionando de forma independiente, lo que proyecta congestiones en los accesos a dichas intervenciones.
- Por otro lado, si bien es importante la vinculación de los proyectos como una red unificada de transporte de vehículos pesados y livianos dentro de la comuna de San Pedro de la Paz y alrededores; es de igual relevancia generar el menor impacto en el día a día de los ciudadanos, por eso es primordial llevar una programación que permita integrar las obras de construcción para minimizar los tiempos de intervención y acoplar el tiempo en que los habitantes verán intervenidas las rutas habituales de circulación.

6. Bibliografía

- Baca G. 2013. Evaluación de Proyectos, 7^{ma} ed. México D.F, McGraw-Hill, 363p.
- Ceas S. 2017. Estudio de Factibilidad Técnico y Económico-Social del Mejoramiento del Borde Costero de Arena Gruesa, Comuna de Ancud. Universidad Austral de Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl>
- CIPRES Ingeniería. 2013. Mejoramiento Interconexión vial San Pedro de la Paz. Biblioteca. SECTRA. Recuperado de www.sectra.gob.cl
- Consorcio V&R, Ingeniería Ltda. 2017. Mejoramiento Ruta 160, San Pedro de la Paz. Biblioteca. SECTRA. Recuperado de www.sectra.gob.cl
- Fontaine, E. 2008. Evaluación Social de Proyectos, 13^aed, México D.F, PearsonEducation. 649p.
- Ministerio de Desarrollo Social. Gobierno de Chile. 2013. Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos. División de evaluación social de inversiones.
- Ministerio de Desarrollo Social. Gobierno de Chile. 2015. Pecos Sociales Vigentes en el Sistema Nacional de Inversiones. División de evaluación social de inversiones.
- Sapag N. 2014. Preparación y Evaluación de Proyectos. 6^a ed. México D.F, McGraw-Hill. 354p.

7. Anexos

7.1. Anexo A – Calculo de indicadores de rentabilidad

-Valor Actual Neto

Para calcular si el proyecto es rentable por sobre la situación actual presente, se encontró una definición de VAN que relaciona las diferencias –en un año x- entre la situación actual y la situación con el proyecto en marcha.

De esta manera, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$VAN = -I + \sum_{j=1}^n \left[\frac{\Delta CO_j + \Delta CT_j + CM_j}{(1+i)^j} \right] + \frac{VR}{(1-i)^n}$$

En donde

- CO: Costos de operación.
- CT: Costo de tiempo de viaje.
- CM: Costo de mantención.
- VR: Valor residual en los años de operación.
- ΔCO_j y ΔCT_j : diferencia en el año j entre el escenario actual y el escenario con el proyecto en marcha de los costos operacionales y de tiempo.
- i : es la tasa de descuento social (presentada en el capítulo anterior).

Así que, si el proyecto tiene un VAN mayor a cero, las inversiones se justifican (desde un punto de vista social). En el caso contrario, es un proyecto que no es rentable y se debe desechar o postergar.

- Tasa Interna de Retorno

Este corresponde a la tasa de descuento social que hace que el VAN del proyecto en cuestión sea nulo, es decir la expresión del VAN se iguala a cero y la tasa de descuento es la incógnita a despejar.

Ahora si el valor de esta tasa es mayor a la tasa con la que se está trabajando el proyecto es socialmente rentable. De otra manera no se justifican las inversiones requeridas.

Al comparar dos proyectos (o más), es conveniente revisar este indicador antes que el VAN pues presenta la rentabilidad de cada unidad monetaria de inversión, independiente del monto involucrado.

- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

Este indicador, sirve para ver el año óptimo de inversión, característica importante para los proyectos de transporte, pues sus beneficios no son decrecientes en el tiempo y dependen de factores independientes de la existencia del proyecto analizado.

Se calcula,

$$TRI = \frac{\Delta Co_1 + \Delta CT_1}{I}$$

Los costos de operación y de tiempo de viaje, de la situación base y con proyecto son los del primer año de operación. Si el TRI es mayor o igual a la tasa de descuento, entonces se debe invertir en el año cero de referencia. En otro caso, se debe postergar la inversión al menos un año.

- Valor Actualizado Neto del Primer Año (VAN₁)

Este indicador sirve para lo mismo que el anterior, se calcula de la siguiente manera:

$$VAN_1 = \frac{\Delta Co_1 + \Delta CT_1 - I * i}{(I + i)}$$

Los costos de operación y tiempo de viaje, son los del primer año de operación, si este indicador es positivo, entonces es rentable invertir en el año cero, de otra manera se debe postergar.

7.2. Anexo B – Matrices proyectadas en el período punta mañana, al 2015.

- Período punta mañana

MZ	Concepción	San Pedro	Michaihue	Lomas Coloradas	Sector Industrial	Coronel	Lota	TOTAL
Concepción	1,886	1,549	156	156	175	420	235	4,576
San Pedro	5,260	2,282	78	110	93	170	71	8,063
Michaihue	629	58	48	54	12	59	23	883
Lomas Coloradas	322	37	60	105	81	175	75	854
Sector Industrial	157	22	30	65	104	220	78	678
Coronel	536	91	78	135	193	19	4	1,056
Lota	255	46	31	27	21	3	0	382
TOTAL	9,045	4,084	481	652	679	1,065	486	16,493

- Período punta medio día

MZ	Concepción	San Pedro	Michaihue	Lomas Coloradas	Sector Industrial	Coronel	Lota	TOTAL
Concepción	1,770	1,531	154	487	71	390	275	4,679
San Pedro	2,623	1,481	63	471	13	67	38	4,755
Michaihue	365	161	27	64	4	13	17	650
Lomas Coloradas	273	104	56	142	16	52	22	666
Sector Industrial	63	44	12	43	72	165	17	415
Coronel	376	97	25	61	85	23	0	667
Lota	225	16	16	37	3	0	0	296
TOTAL	5,696	3,435	352	1,304	264	709	369	12,129

- Período punta tarde

MZ	Concepción	San Pedro	Michaihue	Lomas Coloradas	Sector Industrial	Coronel	Lota	TOTAL
Concepción	1,132	2,914	199	449	168	489	244	5,596
San Pedro	2,049	1,649	57	289	35	64	43	4,185
Michaihue	207	77	25	33	7	22	14	384
Lomas Coloradas	163	63	58	102	21	26	18	452
Sector Industrial	112	74	24	69	34	80	338	731
Coronel	416	136	37	137	90	16	0	832
Lota	364	36	34	27	41	0	0	501
TOTAL	4,444	4,949	434	1,106	395	698	656	12,681

7.3. Anexo C- Desglose del presupuesto del proyecto.

- Gastos administrativos

	Total (\$)	Proyección Anual	
		2018 (\$)	2019 (\$)
Publicación (diario oficial y diario local)	600.000	600.000	
Materiales de oficina	200.000	150.000	50.000
Combustible	200.000	50.000	150.000
Total	\$1.000.000	\$800.000	\$200.000

- Gastos de asesorías

Designación	Unidad	Cantidad	Precio unitario (\$)	Monto (\$)
Jefe de asesoría	Mes	12	3.000.000	36.000.000
Encargado de gestión de calidad	Mes	12	2.000.000	24.000.000
Jefe laboratorio	Mes	12	2.000.000	24.000.000
Jefe topografía	Mes	12	2.000.000	24.000.000
Experto en prevención de riesgos	Mes	12	1.300.000	15.600.000
Experto en medio ambiente	Visitas/Terreno	12	400.000	4.800.000
Especialistas	Visitas/Terreno	12	400.000	4.800.000
Laboratorista vial clase C	Mes	12	1.200.000	14.400.000
Secretaria	Mes	12	500.000	6.000.000
Alarifes y personal auxiliar	Mes	12	450.000	10.800.000
			SUB-TOTAL	\$164.400.000
			Gastos generales, utilidad e impuestos	\$75.600.000
			TOTAL	\$240.000.000

- Obras civiles

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario \$	Total \$
PARTE I: OBRAS VIALES					
2	PREPARACIÓN DEL AREA DE TRABAJO				
2.1	Remoción de pavimentos asfálticos	m2	19.562,00	4.200	\$ 82.160.400
2.2	Remoción de barreras de contención laterales	m	3.627,00	4.500	\$ 16.321.500
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
3.1	Excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza	m3	32.331,00	6.000	\$ 193.986.000
3.2	Formación y compactación de terraplenes	m3	6.360,00	28.000	\$ 178.080.000
4	CAPAS GRANULARES				
4.1	Base granular, CBR \geq 80%	m3	7.989,00	45.000	\$ 359.505.000
5	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS				
5.1	Imprimación	m2	26.933,00	3.000	\$ 80.799.000
5.2	Riego de liga	m2	26.023,00	3.200	\$ 83.273.600
5.3	Concreto asfáltico de rodadura	m3	4.488,00	390.000	\$ 1.750.320.000
5.4	Aceras de Hormigón	m2	4.680,00	32.500	\$ 152.100.000
5.5	Aceras de Hormigón Pigmentado	m2	6.000,00	38.000	\$ 228.000.000
5.6	Sello de Alta Fricción certificado	m2	4.620,00	65.000	\$ 300.300.000

6	DRENAJE Y PROTECCION DE LA PLATAFORMA					
6.1	Soleras tipo "A"	m	2.125,00	20.000	\$	42.500.000
7	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD					
7.1	Señales Verticales Laterales Tipo 2, $Sp \leq 1 \text{ m}^2$	Nº	25,00	150.000	\$	3.750.000
7.2	Señales Verticales Laterales Tipo 3, $1 \text{ m}^2 < Sp \leq 1 \text{ m}^2$	Nº	12,00	250.000	\$	3.000.000
7.3	Demarcación del pav., línea segmentada definitoria de pista, termoplástica	km	15,20	2.000.000	\$	30.400.000
7.4	Demarcación del pav., línea segmentada en ciclovía, termoplástica	km	5,30	1.800.000	\$	9.540.000
7.5	Demarcación del pav., línea lateral continua, termoplástica	km	15,20	2.500.000	\$	38.000.000
7.6	Demarcación del pav., líneas, achurados, símbolos y leyendas, termoplástica	m2	184,30	22.500	\$	4.146.750
7.7	Borrado de demarcación	m	9.354,00	1.800	\$	16.837.200
7.8	Tachas Reflectantes	nº	3.800,00	3.500	\$	13.300.000
7.9	Tachas Reflectantes Solares	nº	800,00	19.000	\$	15.200.000
7.10	Barreras simétricas de hormigón en sitio, H = 810 mm	m	5.353,00	180.000	\$	963.540.000
	SUB TOTAL PARTE I				\$	4.565.059.450

PARTE II: PROYECTO DE SEMAFORIZACIONES

2	PROYECTOS DE SEMAFORIZACIÓN					
2.1	Carga de datos y puesta en marcha	gl	9	8.400.000	\$	75.600.000
3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIDADES DE COMUNICACION Y ELEMENTOS ASOCIADOS					
3.1	Suministro e instalación de SOTU con Servidor Serial	n°	5	8.100.000	\$	40.500.000
3.2	Equipo de Radio	n°	3	900.000	\$	2.700.000
3.3	Poste para Equipo de Radio 20 m	n°	1	3.593.406	\$	3.593.406
3.4	Poste para Equipo de Radio 5 m	n°	2	767.906	\$	1.535.812
3.5	Inyector POE	n°	3	43.880	\$	131.640
3.6	Bandeja Rackeable	n°	3	39.491	\$	118.473
3.7	Configuración SOTU (incorporar modificación en SCAT)	n°	9	755.167	\$	6.796.503
3.8	Integración de unidad de comunicación al sistema de control	gl	5	197.462	\$	987.310
4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONTROLADORES DE TRAFICO Y ELEMENTOS ASOCIADOS					
4.1	Controlador norma UOCT, 6 etapas + gabinete instalado	n°	2	10.071.151	\$	20.142.302
4.2	Controlador norma UOCT, 10 etapas + gabinete instalado	n°	1	11.732.224	\$	11.732.224
4.3	Controlador norma UOCT, 12 etapas + gabinete instalado	n°	3	15.029.017	\$	45.087.051
4.4	Adicional Sincronismo	n°	3	98.731	\$	296.193
4.5	Unidad GPS	n°	7	548.505	\$	3.839.535
4.6	Unidad UPS	n°	7	2.194.017	\$	15.358.119
4.7	Configuración controlador norma UOCT	n°	9	548.505	\$	4.936.545
4.8	Detector de 1 canal	n°	1	436.061	\$	436.061
4.9	Interfaz paralela a SOTU	n°	2	1.744.244	\$	3.488.488
4.10	Conexión de UPS existente a equipos de comunicación	n°	5	93.026	\$	465.130

5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS DE SEMAFORIZACION				
5.1	Suministro e instalación poste simple peatonal	n°	3	222.933	\$ 668.799
5.2	Suministro e instalación poste simple vehicular	n°	22	338.779	\$ 7.453.138
5.3	Suministro e instalación de poste con brazo	n°	8	845.482	\$ 6.763.856
5.4	Suministro y montaje de caja y soporte de empalme	n°	3	316.377	\$ 949.131
5.5	Suministro e instalación de soporte simple	n°	35	38.969	\$ 1.363.915
5.6	Suministro e instalación de soporte doble	n°	4	76.635	\$ 306.540
5.8	Suministro e instalación de soporte colgado	n°	11	90.782	\$ 998.602
5.9	Suministro, instalación y conexión Lámpara 3x200 mm de Aluminio, módulos de Leds	n°	29	547.587	\$ 15.880.023
5.10	Suministro, instalación y conexión Lámpara Peatonal 2x300 mm de Aluminio, módulos de Leds	n°	29	480.916	\$ 13.946.564
5.11	Suministro, instalación y conexión Lámpara 2x200 mm + 1x300 mm de Aluminio, módulos de Leds	n°	7	580.048	\$ 4.060.336
5.12	Suministro, instalación y conexión Lámpara 2x200 mm + 2x300 mm de Aluminio, módulos de Leds	n°	6	814.010	\$ 4.884.060
5.13	Suministro, instalación y conexión Lámpara 3x200 mm + 1x300 mm de Aluminio, módulos de Leds	n°	1	781.549	\$ 781.549
5.14	Suministro e instalación Placa Respaldo 3 Cuerpos en acero	n°	40	98.637	\$ 3.945.480
5.15	Suministro e instalación Placa Respaldo 4 Cuerpos en acero	n°	7	134.120	\$ 938.840
5.16	Suministro e instalación Electrodo Toma Tierra	n°	2	18.709	\$ 37.418
5.17	Tramitación de Empalme Eléctrico	n°	2	793.864	\$ 1.587.728
5.18	Suministro e instalación de cable NSYA 16 mm ²	ml	30	8.831	\$ 264.930
5.19	Suministro e instalación de cable NYA 4 mm ²	ml	265	3.076	\$ 815.140
5.20	Suministro e instalación de cable acometida TM 2 X 14 AWG	ml	96	4.012	\$ 385.152
5.21	Suministro e instalación de cable TM 3 X 16 AWG	ml	38	3.803	\$ 144.514
5.22	Suministro e instalación de cable TM 4 X 16 AWG	ml	100	4.239	\$ 423.900

5.23	Suministro e instalación de cable TM 7 X 16 AWG	ml	415	5.570	\$	2.311.550
5.24	Suministro e instalación de cable TM 8 X 16 AWG	ml	142	6.111	\$	867.762
5.25	Suministro e instalación de cable TM 10 X 16 AWG	ml	100	7.907	\$	790.700
5.26	Suministro e instalación de cable TM 12 X 16 AWG	ml	163	9.471	\$	1.543.773
5.27	Suministro e instalación de cable de instrumentación 1 PAR	ml	106	4.645	\$	492.370
5.28	Suministro e instalación de cable de instrumentación 2 PAR	ml	200	7.936	\$	1.587.200
5.29	Suministro e instalación de Automático de 10A	n°	2	8.018	\$	16.036
5.30	Suministro e instalación de PVC 3"	ml	3	72.968	\$	218.904
5.31	Suministro e instalación de TAG 1,5"	ml	95	73.613	\$	6.993.235
5.32	Suministro e instalación de TAG 2"	ml	105	77.938	\$	8.183.490
5.33	Suministro e instalación de TAG 2,5"	ml	66	88.777	\$	5.859.282
5.34	Suministro e instalación de TAG 3"	ml	2	94.381	\$	188.762
5.35	Suministro e instalación de TAG 4"	ml	83	106.317	\$	8.824.311
5.36	Suministro e instalación de tapa de cámara de fierro fundido	n°	19	153.582	\$	2.918.058
5.37	Suministro e instalación de dispositivos sonoros	n°	13	160.440	\$	2.085.720
5.38	Suministro e instalación de botonera	n°	12	208.431	\$	2.501.172
5.39	Suministro e instalación de contadores regresivos	n°	25	219.402	\$	5.485.050
6	EJECUCIÓN DE OBRAS DE SEMAFORIZACION					
6.1	Construcción e instalación de Cámaras de paso 1,10 m	n°	21	329.185	\$	6.912.885
6.2	Construcción e instalación de Cámaras de paso 0,7 m	n°	2	306.586	\$	613.172
6.3	Construcción de espira con sellante 3M, incluido cable PRT- AWG 14	ml	90	34.769	\$	3.129.210
6.4	Construcción e instalación de canalización bajo acera	ml	74	19.542	\$	1.446.108
6.5	Construcción e instalación de canalización bajo calzada	ml	133	59.874	\$	7.963.242
6.6	Instalación controlador norma UOCT	n°	5	271.288	\$	1.356.440

6.7	Identificación y rotulación de cables de controlador	Controlador	8	98.731	\$	789.848
6.8	Retiro de controlador	n°	3	55.577	\$	166.731
6.9	Retiro de caja y soporte de empalme	n°	1	32.408	\$	32.408
6.10	Retiro de cable tipo TM o telefónico	n°	1	1.059	\$	1.059
6.11	Retiro de botonera peatonal	n°	4	17.914	\$	71.656
6.12	Retiro de soporte adosado	n°	8	4.477	\$	35.816
6.13	Retiro de soporte colgado	n°	3	14.454	\$	43.362
6.14	Retiro y traslado de poste simple	n°	8	34.483	\$	275.864
6.15	Retiro y traslado de poste con brazo	n°	3	83.468	\$	250.404
6.16	Retiro de lámpara de semáforo	n°	31	11.606	\$	359.786
9	CONTEO DE TRANSITO					
9.1	Circuito Cerrado de Televisión	gl	4	20.997.718	\$	83.990.872
9.2	Estaciones de Conteo	Int	4	2.991.878	\$	11.967.512
	SUBTOTAL PARTE II				\$	474.618.157
				TOTAL COSTO NETO	\$	5.039.677.607
				TOTAL NETO AFECTO A IVA	\$	5.039.677.607
				IVA19%	\$	957.538.745
				TOTAL	\$	5.997.216.352

7.4. Precios sociales

La valorización de este ítem se realizó en función de la base de precios sociales establecidos por el Ministerio de Desarrollo Social, para la evaluación de proyectos de transporte. En lo que respecta al valor social del tiempo de viajes, en la ruta en evaluación, los beneficios se consideran en función del ahorro de tiempo. A continuación, se presenta la tabla con los valores establecidos para el proyecto en evaluación:

	V. Liviano ⁵	Camiones
Tiempo (\$/hora/pasajero)	1.765	8.738

*Tabla 7.1: Precios Sociales.
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.*

Otro de los valores relevantes, a considerar dentro del análisis del proyecto, es el factor de corrección de mano de obra, este equivale al costo marginal en el que incurre la sociedad por emplear a un trabajador, este valor se aplica una vez que se ha determinado el salario bruto.

En la tabla 4.2 se presentan los valores asociados al factor de corrección, según sea el caso de aplicación, estos están determinados por el Ministerio de Desarrollo Social.

	Factor de Corrección
No Calificada	0,62
Semi- Calificada	0,68
Calificada	0,98
Moneda Nacional	1,00
Moneda Extranjera	1,01
Impuestos	0,00

*Tabla 7.2: Factor de corrección.
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social.*

⁵ Tiempo de usuarios de viajes urbanos en todo vehículo, exceptos camiones.

