ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BÍOBÍO, SECTOR: CHIGUAYANTE - LAJA VIII REGIÓN DEL BÍOBÍO

ETAPA 6: INFORME FINAL

ÍNDICE DE VOLUMENES

VOLUMEN 1: INFORME EJECUTIVO

VOLUMEN 2: MEMORIA GENERAL

VOLUMEN 3: INFORME AMBIENTAL Y TERRITORIAL

VOLUMEN 4: INFORME PRELIMINAR

VOLUMEN 5: ESTUDIOS DE BASE

VOLUMEN 6: ESTUDIO DE DEMANDA Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

VOLUMEN 7: INGENIERÍA BÁSICA Y PREDISEÑOS A NIVEL DE ANTEPROYECTO

VOLUMEN 8: EVALUACIÓN ECONÓMICA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BÍOBÍO SECTOR CHIGUAYANTE – LAJA VIII REGIÓN DEL BÍOBÍO

ETAPA 6: INFORME FINAL

VOLUMEN 2 MEMORIA GENERAL

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1-1
1.1 El Estudio y sus Objetivos 1-2
1.2 Plano de Ubicación 1-2
1.3 Enfoque Metodológico para la búsqueda de soluciones 1-4
1.4 Programa de Trabajo y Contenido del Informe 1-5
2 DIAGNÓSTICO 2-1
2.1 Diagnóstico Ambiental - Territorial 2-2
2.1.1 Área de Estudio 2-2
2.1.2 Área de Influencia Directa 2-2
2.1.3 Instrumentos de Desarrollo Territorial 2-4
2.1.4 Relación Área Est. con Programa Desarrollo Territorial Reg. del Bíobío (PDT) 2-6
2.2 Diagnóstico Infraestructura 2-6
2.2.1 Ruta O-60 Talcamávida – Rere 2-7
2.3 Diagnóstico Transporte 2-10
2.3.1 Antecedentes del Plan Nacional de Censos 2-10
2.3.2 Encuestas Origen-Destino de la Dirección de Vialidad 2-11
2.3.3 Instrumentos Contadores de Tránsito 2-12
2.3.4 Información Plazas de Peaje 2-12
2.3.5 Oferta Vial 2-18
2.3.6 Transporte Ferroviario 2-23
2.3.7 Sistema Portuario 2-24
2.3.8 Transporte Carretero 2-26
2.3.9 Transporte Fluvial 2-30
2.3.10 Análisis de Estacionalidad 2-30
2.4 Diagnóstico del Sistema de Actividades 2-33
2.4.1 Aspectos Demográficos 2-33
2.4.1.1 Volumen y Situación de Crecimiento Urbano-Rural de la Población 2-33
2.4.1.2 Distribución Espacial y Categorías de las Entidades de Población 2-34
2.4.1.3 Migraciones 2-38
2.4.1.4 Proyecciones de Población 2-39
2.4.2 Aspectos Socio-Económicos y Culturales 2-40
2.4.2.1 Condición de Pobreza de la Población 2-40
2.4.2.2 Ingreso Promedio de los Hogares 2-43
2.4.2.3 Condición de Cesantía 2-43
2.4.2.4 Población Económicamente Activa por Rama de Actividad 2-44
2.4.2.5 Desplazamiento de la Población que Trabaja o Estudia 2-46
2.4.2.6 Vehículos de Uso Particular en Hogares y Medios de Transporte Rural 2-47
2.4.3 Aspectos Económicos 2-50
2.4.3.1 Sector Agro-Forestal 2-50
2.4.3.2 Sector Turismo y Cultura 2-52
2.4.3.3 Políticas de Desarrollo Económico – Territorial 2-55
2.4.3.4 Actividad Económica 2-57
2.4.3.5 Análisis Forestal 2-59
2.4.3.5.1 Antecedentes Históricos 2-59
2.4.3.5.2 Situación Actual 2-60

2.4.3.5.3 Proyección de la actividad forestal 2-61
2.4.3.6 Conclusiones 2-64
2.4.4 Desarrollo Inmobiliario 2-66
2.5 Caracterización Territorial 2-68
2.5.1 Caracterización Asociada a la Normativa Vigente y en Estudio 2-68
2.5.2 Caracterización Asociada a las Imágenes Objetivo Comunales 2-70
3 ESTUDIOS DE BASE 3-1
3.1 Medición de Flujos Vehiculares Temporada Normal 3-2
3.1.1 Trabajo de Campo 3-2
3.1.2 Periodización 3-9
3.2 Encuestas Origen – Destino Temporada Normal 3-10
3.2.1 Trabajo de Campo 3-10
3.2.2 Tamaños Muestrales 3-11
3.2.3 Resultados Agregados 3-13
3.2.4 Consolidación de Matrices 3-30
3.3 Encuestas de Preferencias Declaradas 3-30
3.3.1.1 Ubicación de Puntos de Control y Fechas de Medición 3-30
3.3.1.2 Encuesta Piloto 3-30
3.3.1.3 Encuesta Definitiva 3-31
3.4 Medición de Flujos Vehiculares Temporada Verano 3-37
3.4.1 Trabajo de Campo 3-37
3.4.2 Factores de Estacionalidad 3-42
3.5 Encuestas Origen – Destino Temporada Verano 3-42
3.5.1 Trabajo de Campo 3-42
3.5.2 Tamaños Muestrales 3-43
3.5.3 Resultados Agregados 3-44
4 IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS 4-1
4.1 Emplazamientos Posibles para el Puente y sus Conexiones Viales 4-2
4.2 Características de los Puentes Por Alternativa 4-9
4.2.1 Alt. 1: Emplaza. Pte. Hualqui (Coronel- Patagual-Hualqui- Copiulemu) 4-9
4.2.2 Alt. 2: Emplaza. Pte Sector Sta Juana. (Sta Juana-Talcamávida-Rere-Yumbel) 4-12
4.2.3 Alt. 3: Emplaza. Pte Sector Sta Juana-Buenuraqui.(Sta Juana-Buenuraqui-Rere-Yumbel) 4-14
4.2.4 Alt. 4: Emplaza. Pte Sector Laja.(Camino O-880-Vialidad Especial con Bypass Laja) 4-17
4.3 Prediseño Ejes Viales 4-24
4.3.1 Alternativa 1: Corredor para Puente en Hualqui 4-24
4.3.1.1 Análisis General Corredor Alternativa 1 4-25
4.3.1.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 1 4-25
4.3.1.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 1 4-27
4.3.1.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 1 4-27
4.3.2 Alternativa 2: Corredor para Puente en Santa Juana 4-30
4.3.2.1 Análisis General Corredor Alternativa 2 4-30
4.3.2.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 2 4-30
4.3.2.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 2 4-34
4.3.2.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 2 4-34
4.3.3 Alternativa 3: Corredor para Puente en Buenuraqui 4-39
4.3.3.1 Análisis General Corredor Alternativa 3 4-39
4.3.3.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 3 4-39
4.3.3.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 3 4-44
4.3.3.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 3 4-44
4.3.4 Alternativa 4: Corredor para Puente en La Laja 4-48
4.3.4.1 Análisis General Corredor Alternativa 4 4-48
4.3.4.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 4 4-48
4.3.4.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 4 4-51
4.3.4.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 4 4-51
4.4 Prediseño de Puentes 4-56
4.4.1 Introducción 4-56
4.4.1.1 Descripción General del Problema 4-56
4.4.2 Tipología Base Puente Propuesto Por Alternativa 4-57
4.4.2.1 Antecedentes 4-57
4.4.2.2 Ingeniería Básica Disponible 4-58

4.4.2.3 Tipología Propuesta, Descripción 4-61
4.4.2.4 Planos Tipología Propuesta 4-62
4.4.2.5 Cubicación y Presupuesto Tipología Propuesta 4-65
4.4.3 Características de los Puentes Por Alternativa 4-66
4.4.3.1 Antecedentes 4-66
4.4.3.2 Alternativa 1: Emplazamiento Puente Sector Hualqui 4-67
4.4.3.3 Alternativa 2A: Emplazamiento Puente Sector Santa Juana, Poniente 4-67
4.4.3.4 Alternativa 2B: Emplazamiento Puente Sector Santa Juana, Oriente 4-68
4.4.3.5 Alternativa 3: Emplazamiento Puente Sector Buenuraqui 4-68
4.4.3.6 Alternativa 4A: Emplazamiento Puente Sector La Laja, Poniente 4-69
4.4.3.7 Alternativa 4B: Emplazamiento Puente Sector La Laja, Oriente 4-70
4.4.4 Planos Encaje Puentes 4-70
4.4.5 Estimación de Costos por Alternativa 4-77
4.4.6 Conclusiones 4-77
4.5 Alternativa Barcazas 4-78
4.5.1 Alternativas de Solución 4-79
4.5.2 Caracterización del atravieso 4-81
4.5.3 Análisis Preliminar de Factibilidad Técnica 4-85
4.6 Resumen Costos de Inversión 4-85
5 DEMANDA, EVALUACIÓN PRELIMINAR Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA 5-1
5.1 Aspectos Metodológicos de Evaluación 5-2
5.1.1 Introducción 5-2
5.1.2 Definiciones Básicas 5-2
5.1.3 Situación Base 5-3
5.1.4 Alternativas y Escenarios 5-3
5.1.5 Inversión Social para cada Escenario 5-9
5.1.6 Definición de la red, Costos de Operación y Tiempo de Viaje para cada Escenario 5-11
5.2 Modelo de Demanda. Estimación de Tránsitos Normal y Generado 5-11
5.2.1 Estimación de Beneficios 5-12
5.3 Calibración Modelo de Asignación 5-12
5.3.1 Introducción 5-12
5.3.2 Modelación de la pasada por Concepción 5-13
5.3.3 Caracterización y Construcción de Redes de Modelación 5-14
5.3.4 Matrices Origen – Destino 5-20
5.3.5 Modelación de Situación Actual 5-20
5.3.6 Calibración de Rutas Fijas 5-20
5.3.7 Modelación Situación Actual 5-20
5.4 Modelo de Demanda 5-21
5.4.1 Modelos basados en el comportamiento histórico 5-21
5.4.2 Modelo de Crecimiento Histórico 5-27
5.4.3 Modelo de elasticidad constante c/r a la actividad global (o ingreso) del país 5-29
5.4.4 Modelo de elasticidad constante c/r a la actividad forestal 5-31
5.4.5 Modelos gravitacionales 5-32
5.4.6 Calibración del Modelo para Vehículos Livianos 5-32
5.4.7 Calibración del Modelo para Camiones 5-34
5.4.8 Modelo de Proyección 5-35
5.4.9 Modelo Final 5-38
5.4.10 Proyección de Variables Independientes 5-38
5.4.11 Población 5-39
5.4.12 Producto Interno Bruto (PIB) 5-39
5.4.13 Proyección del Precio del Combustible 5-41
5.4.14 Proyección de los Viajes 5-41
5.5 Demanda Normal 5-45
5.5.1 Estimación Tránsito Normal 5-45
5.5.2 Modelación de la Situación Base 5-53
5.5.3 Modelación del Proyecto 5-56
5.5.4 Estimación de Beneficios al Tránsito Normal 5-73
5.5.5 Obtención TMDA por Alternativa 5-77
5.6 Estimación de Demanda Generada 5-81
5.6.1 Estimación Tránsito Generado 5-81

5.6.2 Beneficio Tránsito Generado 5-83
5.7 Evaluación Social Preliminar 5-88
5.7.1 Obtención TMDA en Puente 5-88
5.7.2 Indicadores de Rentabilidad 5-89
5.8 Evaluación Multicriterio y Selección de Alternativa 5-97
5.8.1 Método AHP Proceso de Análisis Jerárquico 5-98
5.8.2 Software de Apoyo a la Evaluación AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) 5-101
5.8.3 Criterios Estratégicos 5-102
5.8.4 Definición de Indicadores 5-104
5.8.5 Resultados del Multicriterio 5-107
5.9 Conclusiones y Recomendaciones 5-108
5.9.1 Análisis de resultados por emplazamiento 5-109
5.9.2 Efectos Esperados del Proyecto a Nivel Global 5-110
5.9.3 Efectos Esperados del Proyecto a Nivel Local 5-112
5.9.4 Conclusión 5-115
6 ANTEPROYECTO ESCALA 1:2.000 6-1
6.1 Anteproyecto Puente 6-4
6.1.1 Síntesis 6-4
6.1.1.1 Introducción 6-4
6.1.1.2 Descripción de la Estructura 6-4
6.1.2 Ingeniería Básica 6-19
6.1.2.1 Topografía 6-19
6.1.2.2 Geotecnia 6-19
6.1.2.3 Hidrología, Hidráulica y Mecánica Fluvial 6-19
6.1.3 Bases de Diseño 6-20
6.1.3.1 Normativa y Documentos Relacionados 6-20
6.1.3.2 Materiales 6-20
6.1.3.3 Solicitaciones 6-21
6.1.3.4 Combinaciones de Carga 6-23
6.1.3.5 Criterios de Diseño 6-25
6.1.4 Resumen de Resultados 6-27
6.1.4.1 Armadura Losa Tablero 6-27
6.1.4.2 Vigas Pretensadas l=40,00 M 6-29
6.1.4.3 Cálculo de la Cepa 6-32
6.1.4.4 Cálculos Estribos 6-40
6.1.4.5 Detalles 6-47
6.1.5 Planos Nuevo Puente Bíobío 6-48
6.1.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CUBICACIONES 6-55
6.1.6.1 Cantidades de Obra 6-56
6.1.6.2 Criterios de cubicación 6-56
6.1.6.3 Resumen de Cubicaciones y Presupuesto 6-57
6.2 Anteproyecto Vial 6-58
6.2.1 Diseño Geométrico 6-58
6.2.1.1 Categoría del Camino 6-59
6.2.1.2 Descripción del Trazado 6-59
6.2.1.3 Velocidad de Proyecto 6-60
6.2.1.4 Singularidades del Camino 6-60
6.2.1.5 Sección Transversal 6-61
6.2.1.6 Diseño en Planta 6-61
6.2.1.7 Diseño en Alzado 6-62
6.2.1.8 Terceras Pistas 6-63
6.2.1.9 Intersecciones 6-64
6.2.1.10 Otros Ejes 6-66
6.2.1.11 Resumen Movimiento de Tierras 6-67
6.2.2 Diseño de Obras de Saneamiento y Drenaje 6-68
6.2.2.1 Determinación Caudales Líquidos 6-68
6.2.2.2 Caudales Solicitantes para Obras de Arte 6-75
6.2.2.3 Obras de Saneamiento Transversal 6-76
6.2.2.4 Obras de Saneamiento Longitudinal 6-78
6.2.3 Diseño de Pavimentos 6-79

6.2.3.1 Solicitación de Tránsito ... 6-80
6.2.3.2 Suelo de Fundación. Capacidad de Soporte (CBR) ... 6-81
6.2.3.3 Solución de Pavimento ... 6-83
6.2.3.4 Otros Ejes ... 6-84
6.2.4 Diseño de Seguridad Vial ... 6-85
6.2.4.1 Señalización de Tránsito ... 6-85
6.2.4.2 Sistemas de Contención Vial ... 6-90
6.2.5 Estructuras de Paso ... 6-91
6.2.5.1 Descripción de Estructuras ... 6-91
6.2.5.2 Proceso Constructivo ... 6-92
6.2.5.3 Bases de Cálculo ... 6-93
6.2.5.4 Combinaciones de Carga ... 6-93
6.2.5.5 Modelación Estructural ... 6-95
6.2.6 Cubicaciones y Presupuestos Anteproyecto Vial ... 6-97
6.2.7 Expropiaciones ... 6-99
6.2.7.1 Antecedentes Legales ... 6-101
7 EVALUACIÓN DEFINITIVA ... 7-1
7.1 Evaluación Social ... 7-3
7.2 Análisis de Resultados ... 7-5
7.2.1 Beneficios al Tránsito Generado ... 7-5
7.2.2 Evaluación Definitiva ... 7-15
7.2.3 Sensibilidad a Inversión y Beneficios ... 7-17
7.2.4 Accidentes ... 7-17
7.2.4.1 Enfoque Metodológico ... 7-17
7.2.4.2 Modelos Econométricos adoptados ... 7-18
7.2.4.3 Costo Unitario de Accidentes ... 7-19
7.2.4.4 Aplicación al caso en estudio ... 7-19
8 PLAN DE ACCIÓN ... 8-1
8.1 Plano General de Soluciones ... 8-2
8.2 Cronograma de Acciones ... 8-4
8.3 Fichas de Proyecto ... 8-9

INDICE CUADROS

Cuadro Nº 2.1 : Límites Territoriales ... 2-2
Cuadro Nº 2.2 : Territorios de Planificación ... 2-6
Cuadro Nº 2.3 : Análisis Geométrico Camino Talcamávida – Rere ... 2-9
Cuadro Nº 2.4 : Puntos de Control Red Vial Relevante ... 2-10
Cuadro Nº 2.5 : Encuestas Origen – Destino Disponibles ... 2-12
Cuadro Nº 2.6 : Factores de Expansión 12 a 24 horas Equipos Contadores ... 2-12
Cuadro Nº 2.7 : Factores de Expansión 12 a 24 horas Plaza de Peaje ... 2-13
Cuadro Nº 2.8 : Tarifas Vigentes Plazas de Peajes de la Dirección de Vialidad ... 2-13
Cuadro Nº 2.9 : Plaza de Peaje Chaimávida (veh. diarios) ... 2-14
Cuadro Nº 2.10 : Plaza de Peaje Nicodahue Sentido Norte-Sur (veh. diarios) ... 2-16
Cuadro Nº 2.11 : Plaza de Peaje Curali Sentido Sur-Norte (veh. diarios) ... 2-16
Cuadro Nº 2.12 : Plaza de Peaje Coronel (veh. diarios) ... 2-17
Cuadro Nº 2.13 : Plaza de Peaje Santa Clara (veh. diarios) ... 2-18
Cuadro Nº 2.14 : Valores Características de Acuerdo a Tipología ... 2-20
Cuadro Nº 2.15 : Características Red Vial Relevante Interurbana ... 2-21
Cuadro Nº 2.16 : Población Total, Urbana-Rural, Variación Media Anual, ... 2-34
Cuadro Nº 2.17 : Población Total por jerarquía de la entidad Poblada según Censo 2002 ... 2-38
Cuadro Nº 2.18 : Proyecciones de Población Hasta el Año 2020 ... 2-39
Cuadro Nº 2.19 : Condición de Pobreza de la Población según Encuesta CASEN Años ´92, ´94, ´96, ´98, ´00, ´03 y ´06 ... 2-42
Cuadro Nº 2.20 : Vocación Urbana – Rural de las comunas según Rama de Actividad Económica ... 2-45
Cuadro Nº 2.21 : Desplazamiento de la Población que Trabaja o Estudia por Comuna, Censo 2002 ... 2-46
Cuadro Nº 2.22 : Vehículos de Uso Particular en Hogares de las Comunas Analizadas, Censo 2002 ... 2-48
Cuadro Nº 2.23 : Modalidades de Turismo a Potenciar en el Área de Estudio ... 2-52
Cuadro Nº 2.24 : Producto Interno Bruto – Región del Bíobío ... 2-58
Cuadro Nº 2.25 : Superficie Total Plantada (há), País y Región del Bíobío ... 2-59
Cuadro Nº 2.26 : Incidencia del bosque de la VIII Región en total nacional (2005) ... 2-60
Cuadro Nº 2.27 : Incidencia del bosque de la IX Región en total nacional (2004) ... 2-60
Cuadro Nº 2.28 : Incidencia estimada de VIII y IX regiones en total nacional ... 2-60
Cuadro Nº 2.29 : Cosecha de madera en troza industrial, 2005(m3) ... 2-60
Cuadro Nº 2.30 : Disponibilidad de madera de Eucalipto (m3) ... 2-61
Cuadro Nº 2.31 : Proyecciones IX - X Región, 2010 (miles m3) ... 2-61
Cuadro Nº 2.32 : Disponibilidad futura de madera de Pino Radiata Total País ... 2-61
Cuadro Nº 2.33 : Disponibilidad futura de madera de Eucalipto, por Macrozona ... 2-62

Cuadro Nº 2.34 : Participación por especies en regiones de la Macrozona II (2005) Incidencia en la Macrozona 2-62
Cuadro Nº 2.35 : Participación por especies en regiones de la Macrozona II (2005) Incidencia en el país 2-62
Cuadro Nº 2.36 : Disponibilidad futura de madera de pino para Regiones VII y IX (miles m3 al año) 2-63
Cuadro Nº 2.37 : Disponibilidad futura de madera de eucalipto para Regiones VII y IX (miles m3 al año) 2-63
Cuadro Nº 2.38 : Crecimiento estimado por especie y región de interés 2-64
Cuadro Nº 2.39 : Disponibilidad futura de madera, trozas pino + eucalipto, miles m3 2-64
Cuadro Nº 3.1: Resumen Flujos Vehiculares Día Laboral Temporada Normal 3-6
Cuadro Nº 3.2: Resumen Flujos Vehiculares Día Sábado Temporada Normal 3-7
Cuadro Nº 3.3: Resumen Flujos Vehiculares Día Domingo Temporada Normal 3-8
Cuadro Nº 3.4 : Extensión de la Periodización Período Nocturno 3-10
Cuadro Nº 3.5 : Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino Temporada Baja 3-11
Cuadro Nº 3.6 : Resumen Muestreos Vehículos Livianos Temporada Normal 3-12
Cuadro Nº 3.7 : Resumen Muestreos Vehículos de Carga Temporada Normal 3-12
Cuadro Nº 3.8 : Muestreos según Propósito de Viaje (Nº) Temporada Normal 3-13
Cuadro Nº 3.9 : Muestreos según Propósito de Viaje (%) Temporada Normal 3-13
Cuadro Nº 3.10 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (Nº) Temporada Normal 3-13
Cuadro Nº 3.11 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (%) Temporada Normal 3-14
Cuadro Nº 3.12 : Tasa de Ocupación por Punto de Control (pax/veh) 3-14
Cuadro Nº 3.13 : Total de Viajes Livianos por Punto de Control 3-21
Cuadro Nº 3.14 : Principales Orígenes – Destinos Livianos por Punto de Control Temporada Normal 3-21
Cuadro Nº 3.15 : Análisis de Carga por Punto de Control Temporada Normal 3-22
Cuadro Nº 3.16 : Total de Viajes Carga por Punto de Control Temporada Normal 3-23
Cuadro Nº 3.17 : Principales Orígenes – Destinos Camiones por Punto de Control Temporada Normal 3-23
Cuadro Nº 3.18: Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino Temporada Baja 3-30
Cuadro Nº 3.19 : Tipo de Tarjeta 3-31
Cuadro Nº 3.20 : Diseño Encuesta Definitiva 3-32
Cuadro Nº 3.21 : Número de Encuestas Realizadas por Punto de Control y Caso 3-33
Cuadro Nº 3.22 : Clasificación de Encuesta Definitiva Según Tipo de Encuesta 3-34
Cuadro Nº 3.23 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (Nº) 3-34
Cuadro Nº 3.24 : Muestreos según Propósito de Viaje (Nº) 3-35
Cuadro Nº 3.25 : Resultados del Modelo Adoptado 3-36
Cuadro Nº 3.26 : Resultados del Modelo Calibrado Sin Quien Paga 3-36
Cuadro Nº 3.27 : Resultados del Modelo Calibrado Estratificado 3-37
Cuadro Nº 3.28: Resumen Flujos Vehiculares Día Laboral Temporada Verano 3-38
Cuadro Nº 3.29: Resumen Flujos Vehiculares Día Sábado Temporada Verano 3-39
Cuadro Nº 3.30: Resumen Flujos Vehiculares Día Domingo Temporada Verano 3-40
Cuadro Nº 3.31 : Factores de Estacionalidad de Verano 3-42
Cuadro Nº 3.32 : Factor de Estacionalidad Anualizado 3-42
Cuadro Nº 3.33 : Extensión de la Periodización 3-42
Cuadro Nº 3.34 : Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino Temporada Verano 3-43
Cuadro Nº 3.35 : Resumen Muestreos Vehículos Livianos Temporada Verano 3-43
Cuadro Nº 3.36 : Resumen Muestreos Vehículos de Carga Temporada Verano 3-43
Cuadro Nº 3.37 : Muestreos según Propósito de Viaje (Nº) Temporada Verano 3-44
Cuadro Nº 3.38 : Muestreos según Propósito de Viaje (%) Temporada Verano 3-44
Cuadro Nº 3.39 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (Nº) Temporada Verano 3-45
Cuadro Nº 3.40 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (%) Temporada Verano 3-45
Cuadro Nº 3.41 : Tasa de Ocupación por Punto de Control (pax/veh) Temporada Verano 3-45
Cuadro Nº 4.1 : Radio de Curvas Horizontales 4-25
Cuadro Nº 4.2 : Radios de Curvas Horizontales 4-26
Cuadro Nº 4.3 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 1 4-28
Cuadro Nº 4.4 : Radios de Curvas Horizontales 4-31
Cuadro Nº 4.5 : Áreas a Expropiar [Há] 4-34
Cuadro Nº 4.6 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 2-A 4-35
Cuadro Nº 4.7 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 2-B 4-36
Cuadro Nº 4.8 : Radios de Curvas Horizontales 4-40
Cuadro Nº 4.9 : Radios de Curvas Horizontales 4-42
Cuadro Nº 4.10 : Radios de Curvas horizontales 4-43
Cuadro Nº 4.11 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 3 4-45
Cuadro Nº 4.12 : Radios de Curvas Horizontales 4-49
Cuadro Nº 4.13 : Ubicación y características de Muros de Sostenimiento 4-51
Cuadro Nº 4.14 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 4-A 4-52
Cuadro Nº 4.15 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 4-B 4-53
Cuadro Nº 4.16 : Carga Admisible de Compresión Sobre la Cabeza Del Pilote 4-60
Cuadro Nº 4.17 : Planilla de Cubicación Puentes y Estructuras Viales Puente Tipo 4-66
Cuadro Nº 4.18 : Solución Tipo Puente de Vigas 4-77
Cuadro Nº 4.19 : Caudales de Crecida en Coihue, para Períodos de Retorno de 25, 100, 200 y 300 Años 4-85
Cuadro Nº 4.20 : Resumen Costos Preliminares de Inversión 4-86
Cuadro Nº 5.1 : Precios Sociales 5-3
Cuadro Nº 5.2 : Factores de Corrección PS/PM 5-3
Cuadro Nº 5.3 : Proyectos Incorporados en la Situación Base 5-3
Cuadro Nº 5.4 : Definición de Alternativas y Escenarios 5-4
Cuadro Nº 5.5 : Cuadro Resumen de Alternativas 5-10
Cuadro Nº 5.6 : Resumen Inversiones Miles $ 5-11
Cuadro Nº 5.7 : Vector Precios Privados 5-16
Cuadro Nº 5.8 : Costos de Operación Calibración 2008 5-17
Cuadro Nº 5.9: Estadísticas Ajuste Calibración SATURN 5-21

Cuadro Nº 5.10 : Estadígrafos Modelo Crecimiento Histórico ... 5-28
Cuadro Nº 5.11 : PIB Nacional ... 5-29
Cuadro Nº 5.12 : Estadígrafos Modelo Elasticidad b Constante ... 5-30
Cuadro Nº 5.13: Producción Forestal Región del Bíobío ... 5-31
Cuadro Nº 5.14 : Estadígrafos Modelo Elasticidad b Constante con POF ... 5-32
Cuadro Nº 5.15 : Resultados Calibración Modelo Vehículos Livianos ... 5-33
Cuadro Nº 5.16 : Resultados Calibración Modelo Vehículos Livianos Estudio DIRPLAN ... 5-33
Cuadro Nº 5.17 : Resultados Calibración Modelo Camiones ... 5-34
Cuadro Nº 5.18 : Resultados Calibración Modelo Camiones Estudio DIRPLAN ... 5-34
Cuadro Nº 5.19 : Resultados Calibración Modelo Camiones Forestales ... 5-35
Cuadro Nº 5.20: Resultados Calibración Modelo Camiones no Forestales ... 5-35
Cuadro Nº 5.21 : Especificación Adoptada ... 5-36
Cuadro Nº 5.22 : Datos Calibración Submodelo de Proyección ... 5-37
Cuadro Nº 5.23 : Resultados Calibración Submodelo de Proyección ... 5-37
Cuadro Nº 5.24 : Tasas de Crecimiento de la Población en el área en estudio ... 5-39
Cuadro Nº 5.25 : Población Proyectada en el área en estudio ... 5-39
Cuadro Nº 5.26 : Proyección del PIB, magnitudes y Tasas de Crecimiento ... 5-40
Cuadro Nº 5.27 : Predicción de variaciones en el precio de combustibles ... 5-41
Cuadro Nº 5.28 : Parámetros Utilizados para el cálculo del factor de escala ... 5-42
Cuadro Nº 5.29 : Factor de Escala Calculado a partir del Crecimiento del PIB ... 5-43
Cuadro Nº 5.30 : Efectos de corrección del PIB sobre Factor de Escala ... 5-44
Cuadro Nº 5.31 : Factor de Población 2015 ... 5-46
Cuadro Nº 5.32 : Factor de Población 2025 ... 5-46
Cuadro Nº 5.33 : Matriz Diaria 2015 Vehículo Liviano Interurbana Tránsito Normal ... 5-47
Cuadro Nº 5.34 : Matriz Diaria 2025 Vehículo Liviano Interurbana Tránsito Normal ... 5-48
Cuadro Nº 5.35 : Matriz Diaria 2015 Camión Simple Interurbana Tránsito Normal ... 5-49
Cuadro Nº 5.36 : Matriz Diaria 2025 Camión Simple Interurbana Tránsito Normal ... 5-50
Cuadro Nº 5.37 : Matriz Diaria 2015 Camión Pesado Interurbana Tránsito Normal ... 5-51
Cuadro Nº 5.38 : Matriz Diaria 2025 Camión Pesado Interurbana Tránsito Normal ... 5-52
Cuadro Nº 5.39 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2015 ... 5-73
Cuadro Nº 5.40 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2015 ... 5-73
Cuadro Nº 5.41 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2015 ... 5-74
Cuadro Nº 5.42 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2025 ... 5-74
Cuadro Nº 5.43 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2025 ... 5-74
Cuadro Nº 5.44 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2025 ... 5-75
Cuadro Nº 5.45 : Extensión de la Periodización ... 5-75
Cuadro Nº 5.46 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2015 ... 5-75
Cuadro Nº 5.47 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2025 ... 5-76
Cuadro Nº 5.48 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2015 ... 5-76
Cuadro Nº 5.49 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2025 ... 5-76
Cuadro Nº 5.50 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2015 ... 5-77
Cuadro Nº 5.51 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2025 ... 5-77
Cuadro Nº 5.52 : Factor de Población 2015 ... 5-82
Cuadro Nº 5.53 : Factor de Población 2025 ... 5-82
Cuadro Nº 5.54 : Estimación de Tránsito Generado Total ... 5-83
Cuadro Nº 5.55 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2015 ... 5-83
Cuadro Nº 5.56 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2015 ... 5-84
Cuadro Nº 5.57 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2015 ... 5-84
Cuadro Nº 5.58 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2025 ... 5-84
Cuadro Nº 5.59 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2025 ... 5-85
Cuadro Nº 5.60 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2025 ... 5-85
Cuadro Nº 5.61 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2015 ... 5-86
Cuadro Nº 5.62 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2015 ... 5-86
Cuadro Nº 5.63 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2015 ... 5-86
Cuadro Nº 5.64 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2025 ... 5-87
Cuadro Nº 5.65 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2015 ... 5-87
Cuadro Nº 5.66 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2025 ... 5-87
Cuadro Nº 5.67 : TMDA en Puente ... 5-88
Cuadro Nº 5.68 : Resumen Indicadores Económicos Evaluación Preliminar (miles $) ... 5-90
Cuadro Nº 5.69 : Perfil de Evaluación Alternativa E11 ($/Dic 2008) ... 5-91
Cuadro Nº 5.70 : Perfil de Evaluación Alternativa E12 ($/Dic 2008) ... 5-91
Cuadro Nº 5.71 : Perfil de Evaluación Alternativa E211 ($/Dic 2008) ... 5-92
Cuadro Nº 5.72 : Perfil de Evaluación Alternativa E212 ($/Dic 2008) ... 5-92
Cuadro Nº 5.73 : Perfil de Evaluación Alternativa E221 ($/Dic 2008) ... 5-93
Cuadro Nº 5.74 : Perfil de Evaluación Alternativa E222 ($/Dic 2008) ... 5-93
Cuadro Nº 5.75 : Perfil de Evaluación Alternativa E31 ($/Dic 2008) ... 5-94
Cuadro Nº 5.76 : Perfil de Evaluación Alternativa E32 ($/Dic 2008) ... 5-94
Cuadro Nº 5.77 : Perfil de Evaluación Alternativa E411 ($/Dic 2008) ... 5-95
Cuadro Nº 5.78 : Perfil de Evaluación Alternativa E412 ($/Dic 2008) ... 5-95
Cuadro Nº 5.79 : Perfil de Evaluación Alternativa E421 ($/Dic 2008) ... 5-96
Cuadro Nº 5.80 : Perfil de Evaluación Alternativa E422 ($/Dic 2008) ... 5-96
Cuadro Nº 5.81 : Escalas de Medida de Saaty ... 5-99
Cuadro Nº 5.82: Establecimiento de Prioridades o Pesos ... 5-100
Cuadro Nº 5.83 : Definición de Indicadores ... 5-105
Cuadro Nº 5.84 : Síntesis Preliminar de Impactos Ambientales ... 5-106
Cuadro Nº 5.85 : Ranking de Alternativas ... 5-108

Cuadro Nº 5.86 : Síntesis de Alternativas 5-108
Cuadro Nº 5.87 : Resumen de Resultados 5-109
Cuadro Nº 5.88 : Efecto sobre localidades principales, según escenario de proyecto adoptado 5-111
Cuadro Nº 5.89 : Demanda esperada sobre el Puente (TMDA) 5-112
Cuadro Nº 5.90 : Integración Territorial - Ahorro de distancia a la Cabecera Comunal más próxima 5-112
Cuadro Nº 5.91 : Integración Territorial - Ahorro de distancia al Puerto de Coronel 5-113
Cuadro Nº 5.92 : Conectividad Vial - Ahorro de distancia al pavimento más próximo 5-113
Cuadro Nº 5.93 : Conectividad Ferroviaria – Ahorro de distancia a la estación de FFCC más próxima 5-114
Cuadro Nº 5.94 : Inundaciones – Población de Localidades beneficiadas 5-114
Cuadro Nº 5.95 : Incremento del TMDA Atraído y Generado por Localidades Principales 5-115
Cuadro Nº 5.96 : Incremento del TMDA Atraído y Generado por Puente 5-115
Cuadro Nº 6.1 : Camión AASTHO Distribución de Cargas 6-21
Cuadro Nº 6.2 : Cargas Estáticas más Sísmicas en Pilotes 6-40
Cuadro Nº 6.3 : Resumen Esfuerzos Muro Frontal 6-42
Cuadro Nº 6.4 : Resumen Esfuerzos Muro Laterales 6-44
Cuadro Nº 6.5 : Resumen Esfuerzos Contrafuertes 6-45
Cuadro Nº 6.6 : Resumen Esfuerzos Muros Laterales 6-46
Cuadro Nº 6.7 : Velocidades de Proyecto Adoptadas 6-60
Cuadro Nº 6.8 : Radios y Peralte Eje Ribera Sur 6-62
Cuadro Nº 6.9 : Radios y Peralte Eje Ribera Norte 6-62
Cuadro Nº 6.10 : Parámetros Mínimos de Diseño en Alzado 6-63
Cuadro Nº 6.11 : Parámetros Mínimos de Diseño en Alzado 6-63
Cuadro Nº 6.12 : Intersecciones Eje Ribera Sur 6-64
Cuadro Nº 6.13 : Intersecciones Eje Ribera Norte 6-64
Cuadro Nº 6.14 : Ejes Secundarios Ribera Sur 6-67
Cuadro Nº 6.15 : Ejes Secundarios Ribera Norte 6-67
Cuadro Nº 6.16 : Resumen Movimiento de Tierras por Tramo 6-67
Cuadro Nº 6.17 : Áreas del Estudio 6-69
Cuadro Nº 6.18 : Coeficientes de Escorrentía 6-72
Cuadro Nº 6.19 : Coeficientes de Escorrentía Adoptados por Cuenca 6-73
Cuadro Nº 6.20 : Intensidad de Diseño (mm/hr) 6-73
Cuadro Nº 6.21 : Tiempo de Concentración 6-75
Cuadro Nº 6.22 : Caudales Solicitantes 6-76
Cuadro Nº 6.23 : Verificación Obras Transversales 6-77
Cuadro Nº 6.24 : Cálculo de Ejes Equivalentes en la Vida de Diseño (TMDA) 6-80
Cuadro Nº 6.25 : Cálculo de Ejes Equivalentes en la Vida de Diseño (EE) 6-81
Cuadro Nº 6.26 : Resumen Mecánica de Suelos Ribera Norte 6-82
Cuadro Nº 6.27 : Resumen Mecánica de Suelos Ribera Sur 6-82
Cuadro Nº 6.28 : Capas Estructurales 6-83
Cuadro Nº 6.29 : Requerimientos Estructurales y Solución de Pavimento Propuesta 6-84
Cuadro Nº 6.30 : Desangulación sísmica de diseño 6-96
Cuadro Nº 7.1: Costos Unitarios de Conservación 7-2
Cuadro Nº 7.2: Detalle de Requerimientos de Conservación Tramo 2, por Km 7-2
Cuadro Nº 7.3: Cálculo de Costos de Conservación Tramo 2 7-3
Cuadro Nº 7.4: Resumen de Resultados de la Evaluación Social Tramo 2 7-3
Cuadro Nº 7.5: Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos Tramo 2 Puente Santa Juana Oriente 7-4
Cuadro Nº 7.6: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Normal, 2015 7-6
Cuadro Nº 7.7: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Generado, 2015 7-7
Cuadro Nº 7.8: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Normal, 2025 7-8
Cuadro Nº 7.9: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Generado, 2025 7-9
Cuadro Nº 7.10: Incidencia del tránsito Normal y Generado – viajes/día 7-10
Cuadro Nº 7.11: Tránsito Estimado sobre Puente Santa Juana - Veh/día 7-10
Cuadro Nº 7.12: Principales Componentes del Tránsito Generado sobre el Puente Veh livianos/día 2015 7-10
Cuadro Nº 7.13: Principales Componentes del Tránsito Generado sobre el Puente Veh livianos/día 2025 7-11
Cuadro Nº 7.14: Sensibilidad a cambios en el Tránsito Generado 7-14
Cuadro Nº 7.15: Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos Evaluación Definitiva Tramo 2 Puente Santa Juana Oriente 7-16
Cuadro Nº 7.16: Análisis de Sensibilidad Tramo 2 7-17
Cuadro Nº 7.17: Tipología de Accidentes 7-18
Cuadro Nº 7.18: Tipología de caminos 7-18
Cuadro Nº 7.19: Modelos calibrados según tipo de camino 7-19
Cuadro Nº 7.20: Costos Sociales por Accidente, Millones de $ 2008 7-19
Cuadro Nº 7.21: Estimación de Vehículos x Km /año en la red 7-20
Cuadro Nº 7.22: Estimación de Accidentes en la Red. 7-20
Cuadro Nº 8.1: Cronograma de Acciones Proyecto Complementario - Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1) 8-5
Cuadro Nº 8.2: Cronograma de Acciones Proyecto Principal- Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2) 8-6
Cuadro Nº 8.3: Cronograma de Acciones Proyecto Complementario – Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4) 8-7
Cuadro Nº 8.4: Cronograma de Acciones - Resumen 8-8

INDICE FIGURAS

Figura Nº 1.1 : Plano de Ubicación 1-3
Figura Nº 2.1 : Ubicación Área de Estudio 2-3
Figura Nº 2.2 : Territorios de Planificación Región del Bíobío 2-5
Figura Nº 2.3 : Perfil Longitudinal Camino Talcamávida – Rere 2-9
Figura Nº 2.4 : Esquema Puntos de Control PNC 2-11
Figura Nº 2.5 : Ubicación Plazas de Peaje en la Red Vial 2-13

Figura Nº 2.6 : Red Vial Relevante 2-19
Figura Nº 2.7 : Red Ferroviaria de la Región del Bíobío 2-24
Figura Nº 2.8: Participación del sistema portuario nacional 2-24
Figura Nº 2.9 : El Sistema Portuario Regional y su Accesibilidad 2-25
Figura Nº 2.10 : Red Vial de Básica VIII Región 2-27
Figura Nº 2.11 : Tránsito Asignado a la Red Vial de Modelación VIII Región 2-29
Figura Nº 2.12 : Balsadero en Curamávida – comuna de Santa Juana frente a 2-30
Figura Nº 2.13 : Balsadero en Monterrey frente a La Laja 2-30
Figura Nº 2.14 : Análisis Anual Plaza Peaje Chaimávida 2-31
Figura Nº 2.15 : Análisis Diario Plaza Peaje Chaimávida 2-32
Figura Nº 2.16 : Comunas Involucradas en el Área de Estudio 2-33
Figura Nº 2.17 : Distribución Espacial de Centros Urbanos de Comunas del Área de Estudio 2-36
Figura Nº 2.18 : Distribución Espacial de Aldeas de Comunas del Área de Estudio 2-36
Figura Nº 2.19 : Distribución Espacial de Caseríos de Comunas del Área de Estudio 2-37
Figura Nº 2.20 : Migraciones en Población Total de 5 años y más, de las Comunas del Área de Estudio 2-39
Figura Nº 2.21 : Condición de Pobreza de la Población (%) 2-41
Figura Nº 2.22 : Ingreso Promedio de los Hogares Año 2006 2-43
Figura Nº 2.23 : Porcentajes de Cesantía y Personas que Buscan Trabajo por 1ª vez, Censo 2002 2-43
Figura Nº 2.24 : Población Económicamente Activa VIII Región por Rama de Actividad Económica. Censo 2002 2-45
Figura Nº 2.25: Desplazamiento de la Población que Trabaja o Estudia por Comuna en %, Censo 2002 2-47
Figura Nº 2.26 : Porcentajes de Vehículos de Uso Particular en Hogares de las Comunas Analizadas, Censo 2002 2-48
Figura Nº 2.27 : Carreta con leña en acceso a balsadero Monterrey y en Acceso a Curamávida 2-49
Figura Nº 2.28 : Balsadero en Curamávida – comuna de Santa Juana frente a San Rosendo 2-49
Figura Nº 2.29 : Balsadero en Monterrey frente a La Laja 2-50
Figura Nº 2.30 : Actividades Primarias y Secundarias VIII Región 2-50
Figura Nº 2.31 : Expresión Espacial de las Políticas de Desarrollo Económico Territorial 2-57
Figura Nº 2.32 : Evolución de la Superficie Total Plantada a Nivel Regional 2-59
Figura Nº 2.33 : Proyectos de Desarrollo Inmobiliario en Hualqui 2-67
Figura Nº 2.34 : Publicidad Conjunto Residencial Santa Josefina en Hualqui 2-67
Figura Nº 2.35 : Master Plan de Proyecto “Alturas del Bíobío” 2-67
Figura Nº 3.1 : Plano de Ubicación Mediciones Flujos Vehiculares 3-3
Figura Nº 3.2 : Diagrama de Movimientos de Mediciones Flujos Vehiculares 3-3
Figura Nº 3.3 : Gráficos Flujo Total Temporada Normal 3-9
Figura Nº 3.4 : Gráfico Periodización 3-10
Figura Nº 3.5 : Ubicación Puntos de Control Encuestas Origen - Destino 3-11
Figura Nº 3.6 : Análisis Propósito de Viajes Temporada Normal 3-13
Figura Nº 3.7 : Análisis según Nivel de Ingreso Familiar Temporada Normal 3-14
Figura Nº 3.8 : Ubicación Puntos de Control Encuestas Preferencias Declaradas 3-30
Figura Nº 3.9 : Ejemplo de Tarjeta de Tarjetas Utilizadas en Experimento de Preferencia Declaradas 3-33
Figura Nº 3.10 : Análisis según Nivel de Ingreso Familiar 3-34
Figura Nº 3.11 : Análisis Propósito de Viajes 3-35
Figura Nº 3.12 : Gráficos Flujo Total Temporada Verano 3-41
Figura Nº 3.13 : Análisis Propósito de Viajes Temporada Verano 3-44
Figura Nº 3.14 : Análisis según Nivel de Ingreso Familiar Temporada Verano 3-45
Figura Nº 4.1 : Esquema Emplazamiento de Alternativas y Corredores 4-2
Figura Nº 4.2 : Representación Gráfica de Pendientes y Gradientes 4-25
Figura Nº 4.3 : Pendientes y gradientes en Ruta Hualqui - Copiulemu 4-27
Figura Nº 4.4 : Representación Gráfica de Pendientes y Gradientes 4-32
Figura Nº 4.5 : Pendientes y Gradientes tramo Talcamávida – Pte Alt 2-A 4-32
Figura Nº 4.6 : Pendientes y Gradientes tramo Talcamávida – Pte Alt 2-B 4-33
Figura Nº 4.7 : Representación Gráfica de Pendientes 4-41
Figura Nº 4.8 : Pendientes y Gradientes Tramo Rere – Buenuraqui 4-42
Figura Nº 4.9 : Pendientes y Gradientes Tramo 4-43
Figura Nº 4.10 : Pendientes y Gradientes en Ruta Santa Juana – La Laja 4-50
Figura Nº 4.11 : Sección Transversal Tipo 4-62
Figura Nº 4.12 : Servicio de botes entre 4-79
Figura Nº 4.13 : Barcaza autónoma en Lago Budi 4-80
Figura Nº 4.14 : Barcazas Autónomas en Canal Dalcahue 4-80
Figura Nº 4.15 : Barcaza colgante en Galvarino 4-81
Figura Nº 4.16 : Embancamiento en sector Chiguayente – Hualqui – Patagual 4-82
Figura Nº 4.17 : Embancamiento en sector Patagual (6 meses después de crecida histórica de Junio 2006) 4-82
Figura Nº 4.18 : Embancamiento en sector Santa Juana – Talcamávida 4-83
Figura Nº 4.19 : Embancamiento en sector Estación Buenuraqui 4-83
Figura Nº 4.20 : Embancamiento en sector La Laja - San Rosendo (Río Laja confluye desde la izq.) 4-83
Figura Nº 4.21 : Gráfico con Variación Estacional del Caudal en Estación Coihue 4-84
Figura Nº 4.22 : Gráfico con Variación Estacional del Caudal en Estación Desembocadura 4-84
Figura Nº 5.1: Accesos Inmediatos Puente Hualqui 5-5
Figura Nº 5.2: Accesos Inmediatos Puentes en Santa Juana 5-6
Figura Nº 5.3: Accesos Inmediatos Puente Buenuraqui 5-7
Figura Nº 5.4: Accesos Inmediatos Puentes Laja 5-8
Figura Nº 5.5: Red Vial Relevante 5-13
Figura Nº 5.6 : Red de Modelación Urbana Simplificada del Gran Concepción 5-13
Figura Nº 5.7 : Red de modelación SATURN 5-15
Figura Nº 5.8 : Esquema Puntos de Control PNC 5-22
Figura Nº 5.9 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-054-01 5-23
Figura Nº 5.10 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-060-01 5-23

Figura Nº 5.11 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-061-03 5-24
Figura Nº 5.12 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-065-01 5-24
Figura Nº 5.13 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-071-01 5-25
Figura Nº 5.14 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-073-01 5-25
Figura Nº 5.15 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-080-01 5-26
Figura Nº 5.16 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-005-03 5-26
Figura Nº 5.17: Evolución del PIB, Período 1960-2020 (MM$, 2006) 5-40
Figura Nº 5.18: Evolución del PIB, Diferencias entre Escenarios, 2007-2030 (MM$, 2006) 5-41
Figura Nº 5.19: Obtención Matriz Proyectada Situación base, Año n, categoría k 5-42
Figura Nº 5.20 : Red de modelación SATURN Situación Base 2015 5-54
Figura Nº 5.21 : Red de modelación SATURN Situación Base 2025 5-54
Figura Nº 5.22 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y sus Accesos 2015 5-57
Figura Nº 5.23 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y Corredor 2015 5-58
Figura Nº 5.24 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y sus Accesos 2015 5-59
Figura Nº 5.25 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y Corredor 2015 5-60
Figura Nº 5.26 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y sus Accesos 2015 5-61
Figura Nº 5.27 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y Corredor 2015 5-62
Figura Nº 5.28 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y sus Accesos 2015 5-63
Figura Nº 5.29 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y Corredor 2015 5-64
Figura Nº 5.30 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y sus Accesos 2025 5-65
Figura Nº 5.31 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y Corredor 2025 5-66
Figura Nº 5.32 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y sus Accesos 2025 5-67
Figura Nº 5.33 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y Corredor 2025 5-68
Figura Nº 5.34 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y sus Accesos 2025 5-69
Figura Nº 5.35 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y Corredor 2025 5-70
Figura Nº 5.36 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y sus Accesos 2025 5-71
Figura Nº 5.37 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y Corredor 2025 5-72
Figura Nº 5.38 : Asignación Tránsito Normal 2015 Vehículo Liviano 5-78
Figura Nº 5.39 : Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones con el AHP 5-99
Figura Nº 5.40 : Pantalla de Software WEB HIPRE con Árbol de Decisión Puente Bíobío 5-102
Figura Nº 5.41 : Ponderación Global de Alternativas 5-107
Figura Nº 6.1 : Diseños de Ingeniería desarrollados a nivel de Anteproyecto 6-3
Figura Nº 6.2 : Planta Estructura. Estribo E-1 A Cepa C-6 6-6
Figura Nº 6.3 : Planta Estructura. Cepa C-6 A Cepa C-12 6-7
Figura Nº 6.4 : Planta Estructura. Cepa C-12 A Cepa C-18 6-8
Figura Nº 6.5 : Planta Estructura. Cepa C-18 A Cepa C-24 6-9
Figura Nº 6.6 : Planta Estructura. Cepa C-24 A Estribo E-2 6-10
Figura Nº 6.7 : Perfil Longitudinal. Estribo E-1 A Cepa C-6 6-11
Figura Nº 6.8 : Perfil Longitudinal. Cepa C-6 A Cepa C-12 6-12
Figura Nº 6.9 : Perfil Longitudinal. Cepa C-12 A Cepa C-18 6-13
Figura Nº 6.10 : Perfil Longitudinal. Cepa C-18 A Cepa C-24 6-14
Figura Nº 6.11 : Perfil Longitudinal. Cepa C-24 A Estribo E-2 6-15
Figura Nº 6.12 : Sección Transversal De La Viga Pretensada 6-16
Figura Nº 6.13 : Geometría Estribos 6-17
Figura Nº 6.14 : Geometría Cepas 6-18
Figura Nº 6.15 : Camión AASTHO Croquis en Planta 6-22
Figura Nº 6.16 : Sección Resistente Columna 124Ø32+122Ø28 6-35
Figura Nº 6.17 : Diagrama de Interacción Columna 6-35
Figura Nº 6.18 : Armadura Vertical Interior (KN-M) 6-41
Figura Nº 6.19 : Armadura Vertical Exterior (KN-M) 6-41
Figura Nº 6.20 : Armadura Horizontal Interior (KN-M) 6-42
Figura Nº 6.21 : Armadura Horizontal Exterior (KN-M) 6-42
Figura Nº 6.22 : Armadura Vertical Interior (KN-M) 6-43
Figura Nº 6.23 : Armadura Vertical Exterior (KN-M) 6-43
Figura Nº 6.24 : Armadura Horizontal Interior (KN-M) 6-44
Figura Nº 6.25 : Armadura Horizontal Exterior (KN-M) 6-44
Figura Nº 6.26 : Momento Flector en Contrafuertes (KN-M) 6-45
Figura Nº 6.27 : Esfuerzo de Corte en Contrafuertes (KN) 6-45
Figura Nº 6.28 : Esfuerzo de Corte en Viga (TON) 6-46
Figura Nº 6.29 : Momento Flector en Viga (T-M) 6-46
Figura Nº 6.30 : Eje Ribera Sur 6-58
Figura Nº 6.31 : Eje Ribera Norte 6-58
Figura Nº 6.32 : Sección Tipo 6-92
Figura Nº 6.33 : Camión Tipo HS 20-44+20% 6-95
Figura Nº 6.34 : Esquema Método Simplificado 6-96
Figura Nº 8.1 : Plano General de Soluciones 8-3

1 INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El Estudio y sus Objetivos

En el marco de sus responsabilidades de planificación y programación del desarrollo de la infraestructura vial del país, la Subdirección de Desarrollo de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas contrató con Ingeniería Cuatro Ltda. El **Estudio de Prefactibilidad Construcción Puente en Río Bíobío, Sector Chiguayante - Laja, VIII Región del Bíobío**, mediante Resolución DV Nº 974 del 18 de Diciembre del año 2007, tramitada el 02 de Abril del 2008.

Dicho estudio tiene por objetivo general el realizar un análisis multidisciplinario para establecer la factibilidad técnica, económica y ambiental de materializar un puente que permita conectar la ribera sur con la ribera norte del Río Bíobío.

A nivel específico, se plantean los siguientes objetivos;

a) **Identificar y Estudiar,** a nivel preliminar, la influencia sobre la Red Vial Relevante de conectar ambas riberas mediante alternativas técnicamente factibles, permitiendo disponer de una vía alternativa de descongestión del centro de Concepción. Ello, con el objeto de permitir el tránsito de pasajeros y de carga en condiciones normales y/o de emergencia por vías nuevas o alternativas a las que hoy las conectan.

b) **Evaluar Económicamente** las alternativas antes identificadas, lo que pasa por una evaluación de las soluciones por las que se resuelve actualmente la demanda de transporte.

c) **Realizar una Evaluación Ambiental** de las alternativas, que permita tanto identificar y minimizar los impactos negativos como establecer las medidas mitigatorias de aquellos que no resulten evitables.

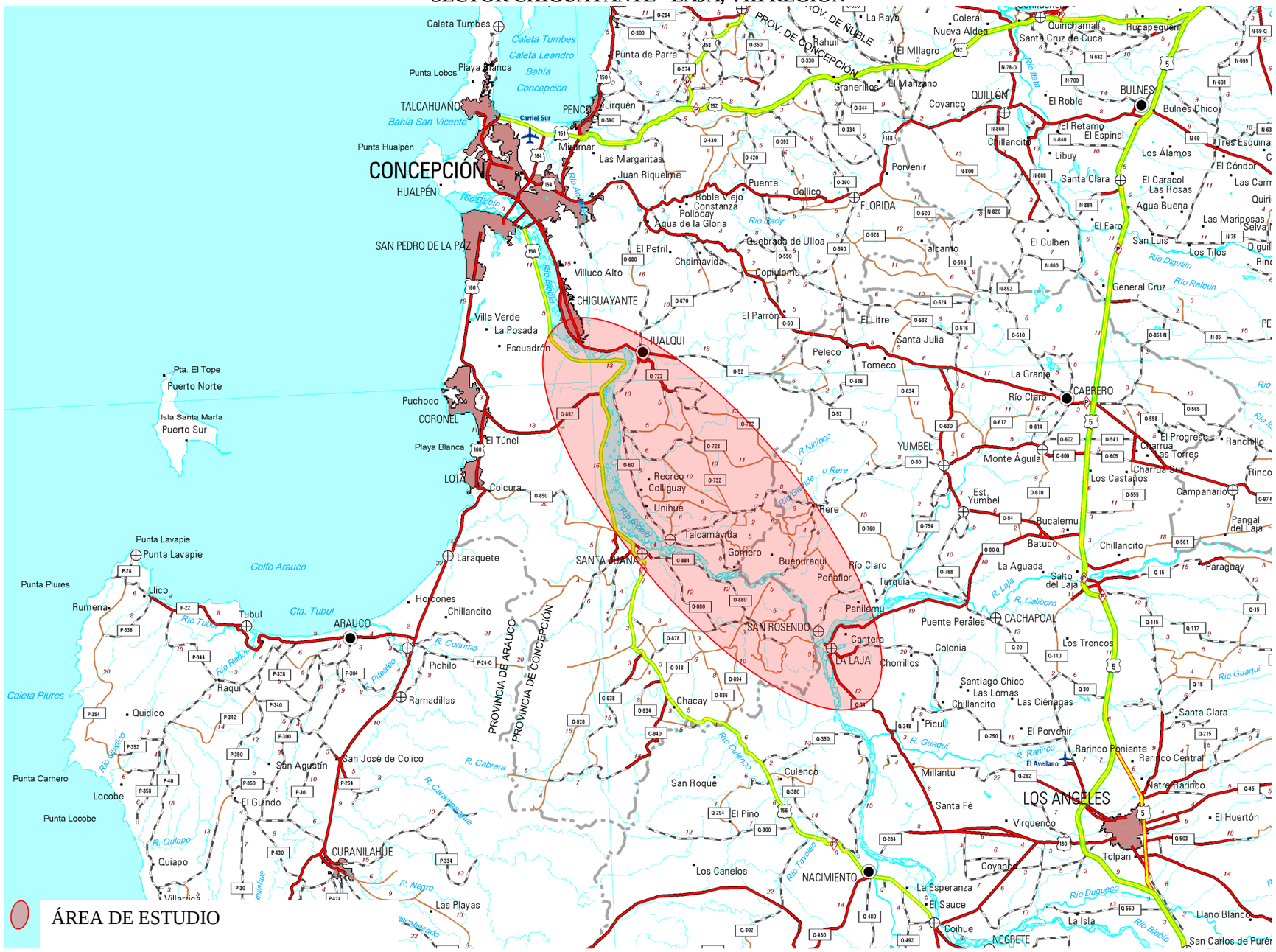
d) **Proponer un Plan de Acción** para materializar la conexión objeto de estudio, de modo de optimizar la rentabilidad, en un horizonte de 20 años.

1.2 Plano de Ubicación

En la Figura siguiente se presenta el área directa del estudio.

Figura Nº 1.1 : Plano de Ubicación

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BÍOBÍO
SECTOR CHIGUAYANTE - LAJA, VIII REGIÓN


Caleta Tumbes
Punta Lobos
Playa Blanca
TALCAHUANO
Bahía San Vicente
Carriel Sur
PENCO
Lirquén
Punta Hualpén
CONCEPCIÓN
HUALPÉN
Caleta Tumbes
Caleta Leandro
Bahía
Concepción
Río Biobío
SAN PEDRO DE LA PAZ
Villuco Alto
CHIGUAYANTE
Villa Verde
La Posada
Escuadrón
HUALQUI
Pta. El Tope
Puerto Norte
Isla Santa María
Puerto Sur
Puchoco
CORONEL
El Túnel
Playa Blanca
LOTA
Colcura
Punta de Parra
Rahuil
La Rays
El Mllagro
Graneros
El Manzano
Coyanco
QUILLÓN
Coleral
Nueva Aldea
Quinchamalí
Santa Cruz de Cuca
Rucapequén
El Roble
BULNES
Bulnes Chico
El Retamo
El Espinal
Chillancito
Libuy
Los Álamos
Tres Esquina
El Cóndor
Santa Clara
El Caracol
Las Rosas
Agua Buena
El Faro
San Luis
Los Tilos
Las Mariposas
Selva
Digui
Río Digullín
Río Relbún
General Cruz
Porvenir
Puente
Collico
FLORIDA
Roble Viejo
Constanza
Pollocay
Agua de la Gloria
Río Lady
Quebrada de Ulloa
El Petril
Chaimavida
Copiulemu
Talcamo
El Culben
El Litre
Santa Julia
Peleco
Tomeco
El Parrón
La Granja
CABRERO
Río Claro
Monte Águila
YUMBEL
Est. Yumbel
Los Castaños
Charrua
Las Torres
El Progreso
Ranchillo
Campanario
Rucalemu
Batuco
Chillancito
Pangal del Laja
Paraguay
La Aguada
Salto del Laja
Río Laja
R. Caliboro
Puente Perales
CACHAPOAL
Los Troncos
Colonia
Chorrillos
Santiago Chico
Las Lomas
Las Ciénagas
Chillancito
Picul
El Porvenir
Río Guaqui
Santa Clara
Rarinco Poniente
Rarinco Central
El Avellano
Natre Rarinco
LOS ANGELES
Virquenco
El Huertón
Tolpan
Millantu
Santa Fé
Coyanco
La Esperanza
El Sauce
Coihue
NEGRETE
La Isla
Llano Blanco
San Carlos de Purén
Río Duqueco
Río Biobío
Río Rere
Río Nimnco
Río Grande
Río Claro
Río Laja
Río Duqueco
Río Biobío
Río Tavolevo
Río Quenco
Río Biobío
Río Biobío
Río Biobío

1.3 Enfoque Metodológico para la búsqueda de soluciones

Como elemento determinante para la búsqueda de soluciones debe considerarse que, entre la Ruta 5 y la desembocadura, en Concepción, existen sólo dos puntos en que se conectan ambas riberas del río Bíobío mediante puentes viales, permitiendo su atravieso permanente:

- El Puente Coihue, 25 Km al poniente de Los Ángeles, conecta esta última ciudad y Angol (ambas sobre la Ruta 180-CH), con la Ruta de la Madera que conduce a Concepción por la Ribera Poniente del Río Bíobío.

- Otras dos conexiones se emplazan en la misma ciudad de Concepción correspondiendo a los puentes Juan Pablo II y Llacolén, los cuales conectan la comuna de Concepción con la comuna de San Pedro de La Paz. El puente Bíobío de Concepción, conocido también como 'puente viejo', fue inaugurado en 1937 y tiene 1.419 metros, cerrándose desde invierno de 2002 por obsolescencia.

De acuerdo a lo anterior, existen 120 Km de extensión del río, aguas arriba de la capital regional Concepción, antes de encontrar el siguiente puente en Coihue.

La zona definida para estudiar el posible emplazamiento de un nuevo puente, Chiguayante – La Laja, corresponde al sector intermedio entre los dos emplazamientos antes descritos.

Los análisis preliminares condujeron a proponer cuatro alternativas básicas de puentes, correspondientes a emplazamientos vecinos a Hualqui, Santa Juana, Buenuraqui y La Laja.

La comparación entre estas soluciones no puede limitarse a la evaluación del puente mismo y sus conexiones a la red vial inmediata. En efecto, parte importante de la justificación de cada puente radica en su potencial para atraer flujos desde otras rutas actuales para generar ahorros a los usuarios o descongestión en las rutas actuales. En otros términos, es necesario un análisis a nivel de red que considere los corredores que conectarán cada alternativa de puente con la vialidad principal, así como los mejoramientos que las componentes existentes de esos corredores pudiesen ameritar.

Así, se han identificado los siguientes ejes de carácter secundario, actualmente no pavimentados, que deberían ser objeto de mejoramientos de estándar para conectar con la vialidad principal pavimentada:

- El Camino Copiulemu – Hualqui, se desprende desde la Ruta O-50 Cabrero – Concepción hacia el sur poniente, con un desarrollo de 18,1 Km hasta acceder a la ciudad de Hualqui.

- El Camino Hualqui – Quilacoya se desprende por el sur de Hualqui, atravesando el Puente Lynch, con un desarrollo de 3,3 Km, al potencial emplazamiento del Puente Hualqui.

- El Camino Talcamávida – Rere conecta ambos poblados con un desarrollo de 20,7 Km.

- El Camino Rere – Yumbel conecta estas localidades con un recorrido de 16,9 Km.

- El Camino Buenuraqui – Los Despachos – Rere se desprende desde la Estación de FFCC de Buenuraqui, en la ribera oriente del río Bíobío, hacia el Norte, con un desarrollo de 4,2 Km, hasta Los Despachos y luego de 6,3 Km hasta Rere.

- El Camino Santa Juana – Monterrey (ripiado), se desprende desde la ciudad de Santa Juana, con un desarrollo de 17,5 Km, hasta Tanahuillín (Bifurcación Colico) y luego 11,8 Km hasta Monterrey, en la ribera poniente del río Bíobío frente a La Laja, lugar en que se emplaza un embarcadero para cruzar a la ribera opuesta.

De acuerdo a lo anterior el enfoque metodológico comprende realizar, en la etapa de análisis y selección de alternativas, un diseño preliminar de los puentes y sus correspondientes corredores. Posteriormente, en la etapa de anteproyecto, se desarrollará un nivel más avanzado del diseño para el puente seleccionado y su conexión a la vialidad inmediata.

1.4 Programa de Trabajo y Contenido del Informe

El Programa de Trabajo comprende un total de 6 Etapas, con el siguiente contenido:

La Etapa 1, Informe Preliminar, comprende esencialmente el reconocimiento de terreno, la recopilación de antecedentes y reuniones preliminares a nivel institucional, para culminar con un diagnóstico y proposición preliminar de soluciones alternativas.

La Etapa 2 comprende los Estudios de Base, entre ellos aquellos requeridos para el Análisis de Demanda, incluyendo análisis de la información de tránsito existente y un primer ciclo de mediciones. Se incluye en esta etapa un Diagnóstico Ambiental.

La Etapa 3 comprende dos grandes actividades: El Estudio de Demanda, que determinará mediante modelación de la red los flujos esperados en los diferentes arcos, y la Selección de Alternativas, que resolverá cuál de las soluciones alternativas será adoptada y pasará, en consecuencia, a la etapa siguiente del estudio de Ingeniería afinado. Parte de esta etapa es la Evaluación Ambiental Preliminar, elemento relevante en la Evaluación Preliminar y Selección de Alternativas mediante la aplicación de un Multicriterio.

La Etapa 4 desarrolla la Ingeniería Básica y Prediseños, a nivel de Anteproyecto, de la alternativa seleccionada en la etapa anterior. De acuerdo a los avances en estas tareas, se desarrollan el Levantamiento Ambiental de la Línea de Base y el Estudio de Mitigación de Impactos Ambientales.

La Etapa 5 comprende la Evaluación Económica y el Estudio de Factibilidad Ambiental de la alternativa seleccionada, incluyendo el Plan de Acción para materializar las inversiones propuestas.

Finalmente, en la Etapa 6 se aborda la preparación de los Informes Final y Ejecutivo del proyecto.

En esta etapa denominada Informe Final, el presente documento corresponde al Volumen 2 Memoria General. Tras el presente Capítulo 1, Introducción, se desarrollan 7 capítulos correspondientes al Diagnóstico (Capítulo 2), Estudios de Base (Capítulo 3), Identificación Preliminar de Alternativas (Capítulo 4), Demanda, Evaluación Preliminar y Selección de Alternativas (Capítulo 5), Anteproyecto Escala 1:2.000 (Capítulo 6), Evaluación Definitiva (Capítulo 7) y Plan de Acción (Capítulo 8).

2 DIAGNÓSTICO

2. DIAGNÓSTICO

2.1 Diagnóstico Ambiental - Territorial

2.1.1 Área de Estudio

El área de estudio en donde se ubican los potenciales alternativas de emplazamiento del nuevo puente sobre el río Bíobío y sus caminos de conexión a las localidades pobladas más próximas comprende el territorio intercomunal compuesto por Coronel, Hualqui, Santa Juana, Florida, San Rosendo y Laja.

De esta manera, la distribución según los límites territoriales administrativos queda indicada en el siguiente cuadro.

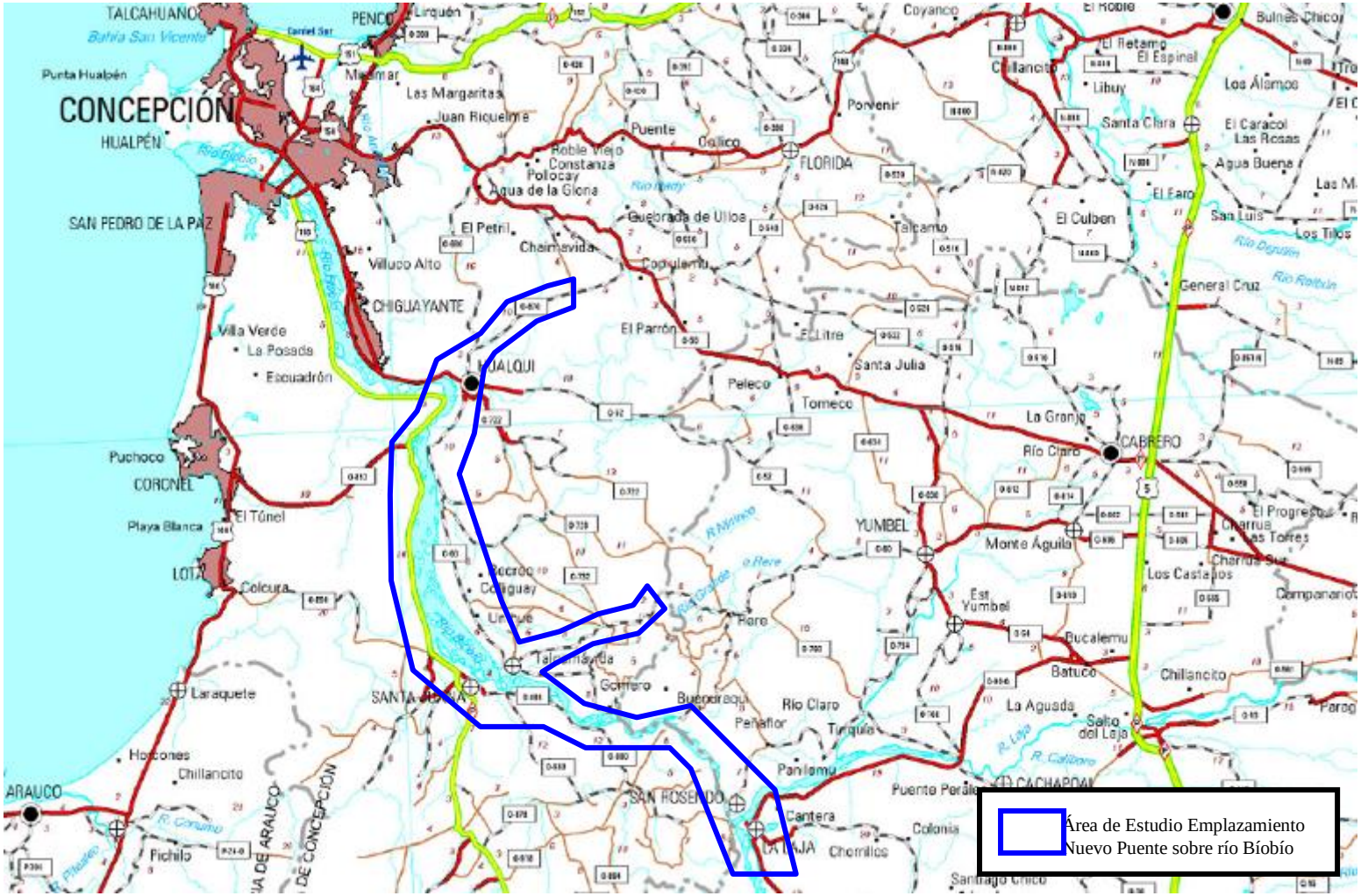
Cuadro Nº 2.1 : Límites Territoriales

Región	Provincia	Comunas del Área de Estudio
VIII del Bíobío	Concepción	Hualqui
		Santa Juana
		Coronel
		Florida
	Bíobío	Laja
		San Rosendo

2.1.2 Área de Influencia Directa

El Área de Influencia Directa del estudio se considerará aquella directamente afectada por las obras necesarias respecto de las alternativas de puente sobre el río Bíobío, más un "búfer" o faja de 50 metros de ancho hacia ambos lados de las rutas de conexión que se consideren, hasta la localidad más cercana, medidos a partir del eje longitudinal de éstos.

Figura Nº 2.1 : Ubicación Área de Estudio



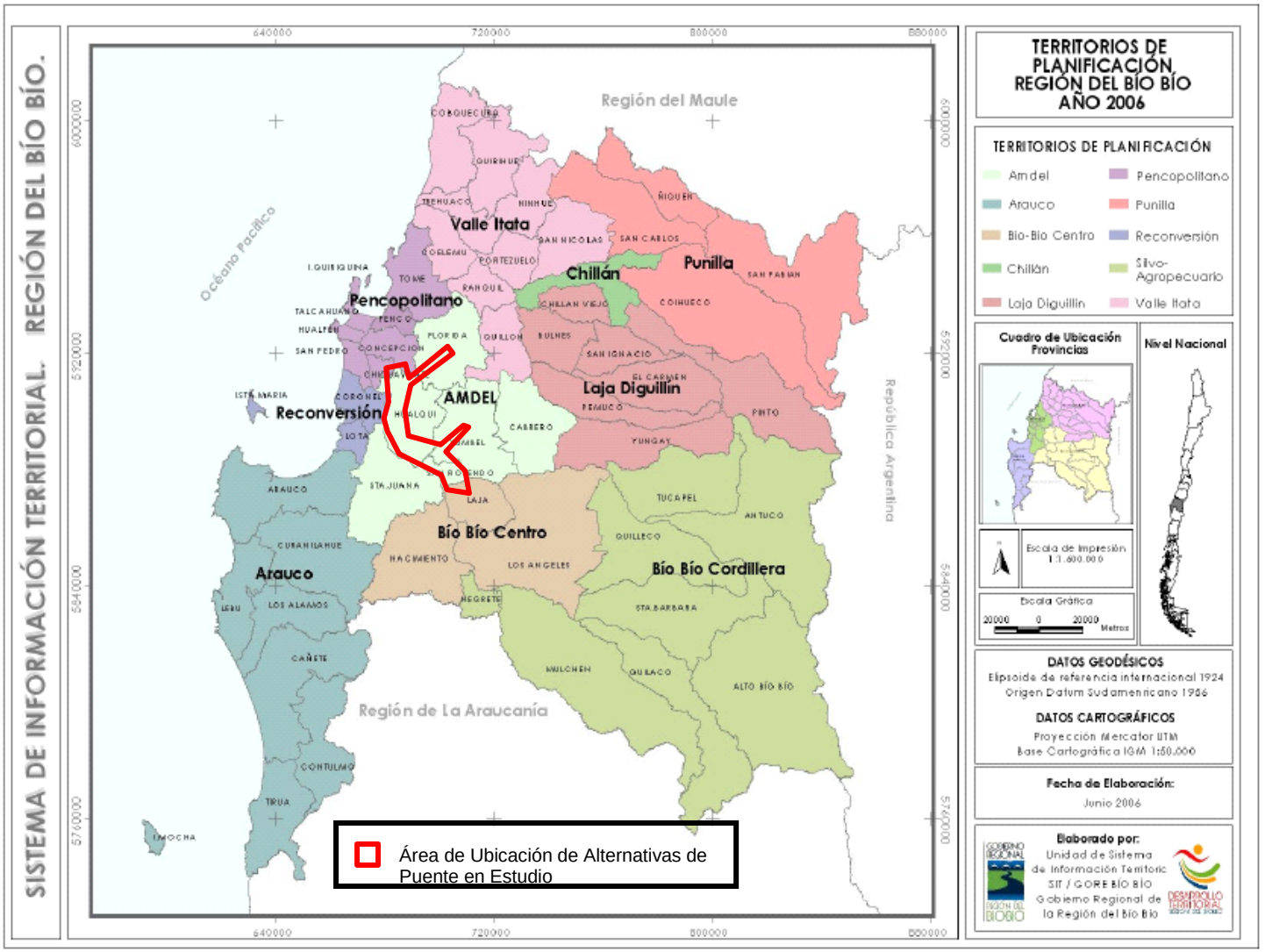
2.1.3 Instrumentos de Desarrollo Territorial

Con fecha 6 de diciembre de 2000 el Consejo Regional de Gobierno aprobó la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) que determina los siguientes ocho lineamientos o vías estratégicas de acción más adecuadas para superar los obstáculos y potenciar las oportunidades detectadas: Desarrollo integral del territorio; Desarrollo productivo integral, sustentable y competitivo; Fortalecimiento del mundo rural, mejorando los niveles de equidad y sustentabilidad; Ciencia y tecnología para el desarrollo; Gestión pública moderna y cercana a la gente; Mejor calidad de vida y convivencia entre las personas; Promover la participación y la integración social; y la Identidad regional, un desafío integrador de la diversidad

Para cada lineamiento estratégico, la ERD plantea un conjunto de objetivos generales y específicos a cumplir a través de acciones que deberán ser formuladas mediante planes de desarrollo por áreas territoriales, en un proceso interactivo e intersectorial posterior.

Para la aplicación de dichos planes se han definido diez unidades territoriales, abarcando todo el espacio regional, denominados “Territorios de Planificación”, que corresponden a agrupaciones de comunas o parte de ellas, establecidos en función de parámetros de orden institucional, físicos y económicos.

Figura Nº 2.2 : Territorios de Planificación Región del Bíobío



2.1.4 Relación Área Est. con Programa Desarrollo Territorial Reg. del Bíobío (PDT)

Como se puede ver en la figura anterior, el Área de Ubicación de Alternativas de Puente en Estudio y caminos de conexión, involucran de manera directa comunas pertenecientes a tres (3) Territorios de Planificación que corresponden a los indicados en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 2.2 : Territorios de Planificación

Territorio de Planificación	Comunas que considera el Proyecto
AMDEL (Asociación de Municipalidades para el desarrollo Económico Local) que se inserta en el Secano Interior de Concepción y Bíobío	- Hualqui - Santa Juana - San Rosendo - Florida
Reconversión	- Coronel
Bíobío Centro	- Laja

Cada Territorio de Planificación se constituye como una Secretaría Ejecutiva que pone a trabajar a un equipo profesional con el objetivo de recoger la realidad territorial local y delinear sus propios lineamientos estratégicos de desarrollo.

En el sentido de considerarlos en la fase inicial del presente estudio, se recogieron de publicaciones por ellos emitidas aspectos de diagnóstico de la situación territorial-ambiental actual y luego, de las aspiraciones o vocaciones de desarrollo futuro.

2.2 Diagnóstico Infraestructura

Se realizó un reconocimiento terrestre de los caminos y huellas que podrían formar parte de las conexiones para las alternativas de puente sobre el Río Bíobío. Dicho reconocimiento tuvo por objeto el generar una visión integral de la zona y los caminos que hoy permiten aproximarse a las conexiones propuestas. La perspectiva de este reconocimiento es de establecer las características generales de las vías existentes, su actual estándar y problemas específicos. Ello permite no sólo establecer el posible aprovechamiento de alguno de estos ejes sino, además, identificar los problemas típicos que exhiben los caminos de la zona. Por esta razón, se descartó en esta etapa el reconocimiento de caminos de alto estándar (pavimentados) o que escapan al objeto de la conexión propuesta.

El reconocimiento se refirió a un balizado de referencia obtenido con el odómetro del vehículo, con precisión de 100 m., en el que se identificaron tanto las características generales de la plataforma y el trazado como sus puntos singulares. La información recogida se volcó en una reseña fotográfica y en la carta IGM 1:50.000 (a la que se incorporó información de otras fuentes), que en las etapas siguientes servirán de base para estudiar corredores alternativos.

Aunque el recorrido se vio dificultado por condiciones adversas del clima, propias de la zona durante el otoño, se logró completar una visión global de la zona, los caminos

potencialmente objeto de mejoramiento y los principales problemas de la zona durante la estación más conflictiva del año.

Los caminos y huellas objeto de reconocimiento fueron:

- Camino Copiulemu – Hualqui
- Camino Hualqui – Quilacoya
- Camino Talcamávida – Rere
- Camino Rere – Yumbel
- Talcamávida – Inicio Cuesta Quilacoya
- Cuesta Quilacoya
- Talcamávida – Puente Santa Juana
- Camino Buenuraqui – Los Despachos – Rere
- Camino Monterrey - Bifurcación Colico
- Santa Juana – Bifurcación Colico
- Camino Bifurcación Colico – Portón

La descripción detallada y registro fotográfico se incluye en el Volumen 4, Informe Preliminar. Sin perjuicio de ello, y a modo de ejemplo, en las páginas siguientes se incluye uno de los caminos antes mencionados.

2.2.1 Ruta O-60 Talcamávida – Rere

Alejándose del borde del Río Bíobío desde Talcamávida, la Ruta O-60 conecta con la zona central acercándose a la Ruta 5. Este tramo de 21.9 Km de ruta bidireccional se caracteriza por su ubicación en las divisorias de aguas de las serranías que conforman la Cordillera de la Costa en este sector, lo que lleva a una geometría conformada con numerosas curvas horizontales de radios bajos y medios y pendientes moderadas.



Vista de Bifurcación a Gomero próximo a Talcamávida.



Vista de perfil característico del sector.

La calzada de grava de 5 m se ubica en una faja angosta de ancho 10 a 12 m, con cunetas en tierra apenas insinuadas, cortes de baja altura en su mayor parte con taludes derruidos. La señalización preventiva se hace presente en este camino junto a la informativa.

En su recorrido se encuentran en el Km 9,3 las bifurcaciones hacia Hualqui y Chillancito, en el Km 10,3 la bifurcación a Gomero, en el Km 13,2 se encuentra la bifurcación a Santo domingo y en el Km 15,9 la bifurcación a Santa Elena. Por otra parte en el Km 16,4 y luego de una curva cerrada se ubica un puente angosto, el Puente Gomero de regular estado, en tanto que en el Km 20,2 se ubica otro puente angosto con muestras de reparación reciente, el puente Bilbao, con superestructura de madera y vigas de acero que se apoyan en estribos y pilotes de madera.



Vista de sector ondulado en el tramo.

En el recorrido se observan los establecimientos de la Escuela G-606 y Escuela Particular Santo Domingo.



Vista de Escuela G-606 y de Escuela Particular Santo Domingo.

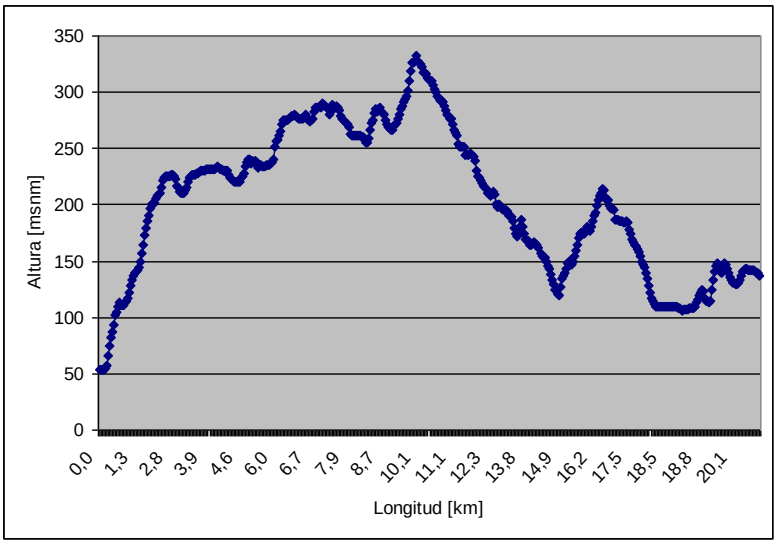
En términos de estructuras se encuentran los Puentes Gomero y Bilbao.



Vista de Puente Gamero y de Puente Bilbao.

En la figura siguiente se presenta el perfil longitudinal del sector en análisis.

Figura Nº 2.3 : Perfil Longitudinal Camino Talcamávida – Rere



En el cuadro siguiente se presenta el análisis geométrico, incluyendo la velocidad máxima y media en el sector obtenida mediante GPS, así como las pendientes observadas por subsectores de acuerdo a los cambios significativos de pendiente.

Cuadro Nº 2.3 : Análisis Geométrico Camino Talcamávida – Rere

	Velocidades [km/h]		Pendientes [%]		
Tramo	max	media	kmi	kmf	i %
3 Talcamavida-Rere	59	36	0,0	2,8	6,1%
			2,8	7,1	1,4%
			7,1	8,1	-3,0%
			8,1	8,7	5,7%
			8,7	9,0	-5,2%
			9,0	10,1	6,2%
			10,1	14,9	-4,4%
			14,9	16,6	5,8%
			16,6	18,5	-5,4%
			18,5	18,6	-1,1%
			18,6	20,1	1,7%
			20,1	20,7	0,7%
			0,0	20,7	0,4%



Vista de Plaza de Armas de Rere.

2.3 Diagnóstico Transporte

2.3.1 Antecedentes del Plan Nacional de Censos

Esta información es recopilada por la Dirección de Vialidad cada dos años (pares) y constituye en general una buena base de datos para analizar el comportamiento de los niveles de tránsito a lo largo del tiempo (evolución histórica). A partir de su análisis es posible determinar tasas de crecimiento y en algunos casos desprender actividades productivas relevantes.

Para la red vial básica, el Plan Nacional de Censos dispone de doce puntos de control de flujo vehicular de interés para la red vial complementaria.

En relación a conteos continuos de flujo vehicular, las rutas en estudio no disponen de Estaciones de Conteo de Tránsito, mientras que si existe información respecto de algunos caminos de la red vial complementaria, la cual se utilizará si así se estima conveniente en el transcurso de la presente fase.

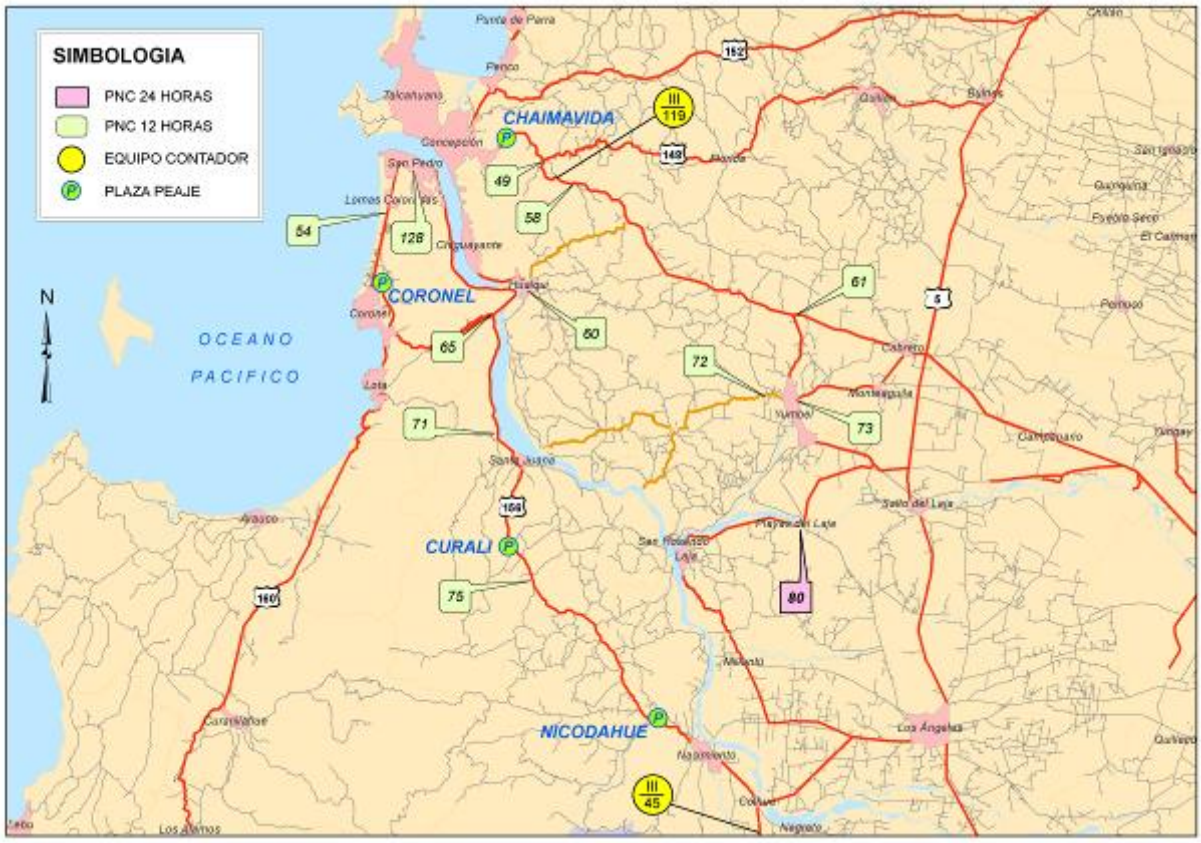
Cuadro Nº 2.4 : Puntos de Control Red Vial Relevante

PUNTO DE CONTROL	REGION	LUGAR	PERIODO DE MEDICIÓN (Hrs)
49	OCTAVA	AGUA DE LA GLORIA	12
54	OCTAVA	15 KM CORONEL	12
58	OCTAVA	BIF COPIULEMU	12
60	OCTAVA	PERIQUILLO	12
61	OCTAVA	CRUCE REUNION	12
65	OCTAVA	PILEO	12
71	OCTAVA	PTE TRICAUCO	12
72	OCTAVA	PUENTE LIRCAY	12
73	OCTAVA	PUENTE NEGRO	12
75	OCTAVA	CHACAY	12
80	OCTAVA	PUENTE PERALES	24
128	OCTAVA	ACC.SUR PTE. BIO-BIO VIEJO	12

Fuente: Volúmenes de Tránsito en los Caminos de Chile, Dirección de Vialidad
Elaboración: Propia

En la figura siguiente se presenta un esquema con la ubicación de los Puntos de Control del Plan Nacional de Censos.

Figura Nº 2.4 : Esquema Puntos de Control PNC



2.3.2 Encuestas Origen-Destino de la Dirección de Vialidad

Con el objeto de analizar el tránsito potencialmente reasignable desde la red vial relevante al sector en estudio, se ha recopilado la información que entregan las encuestas de Origen/Destino realizadas por la Dirección de Vialidad, respecto de la estructura Origen/Destino de los viajes, tasas de ocupación vehicular, así como de la tipología de carga transportada.

Las encuestas de Origen/Destino de la Dirección de Vialidad se realizan cada dos años (impares) en una serie de puntos de la Red Vial Nacional, y constituyen una muestra representativa de los vehículos que circulan en ambos sentidos de viaje en un período de 24 horas. Las encuestas se realizan en puntos determinados de cada región, y en dos períodos temporales. El primero de ellos, asociado al período de verano, se realiza en el mes de Febrero, mientras que el segundo muestreo, asimilable a una condición media o normal, se efectúa preferentemente entre los meses de Julio y Octubre.

En cuanto de las encuestas de Origen/Destino de viajes disponibles para el presente estudio se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 2.5 : Encuestas Origen – Destino Disponibles

Región	Temporada	Plaza	Año 2001	Año 2003	Año 2005
VIII	Verano	Laraquete	Lebu - Concepción (Feb) Concepción - Lebu (Feb)	Lebu - Concepción (Feb) Concepción - Lebu (Feb)	Lebu - Concepción (Feb) Concepción - Lebu (Feb)
		Chaimavida	Bulnes - Concepción (Feb) Concepción - Bulnes (Feb)	Bulnes - Concepción (Feb) Concepción - Bulnes (Feb)	Bulnes - Concepción (Feb) Concepción - Bulnes (Feb)
		Perquilauquen	- -	N - S (Feb) S - N (Feb)	N - S (Feb) S - N (Feb)
	Resto del Año	Laraquete	Lebu - Concepción (Jun) Concepción - Lebu (Jun)	Lebu - Concepción (Jun) Concepción - Lebu (Jun)	Lebu - Concepción (Jun) Concepción - Lebu (Jun)
		Chaimavida	Bulnes - Concepción (Jun) Concepción - Bulnes (Jun)	Bulnes - Concepción (Jun) Concepción - Bulnes (Jun)	Bulnes - Concepción (Jun) Concepción - Bulnes (Jun)
		Perquilauquen	N - S (Jun) S - N (Jun)	N - S (Jun) S - N (Jun)	N - S (Jun) S - N (Jun)

En el presente informe se analizará la información de la plaza de Chaimávida, la cual se presentará en el diagnóstico de transporte.

2.3.3 Instrumentos Contadores de Tránsito

Dentro de la información de tránsito que recopila el Ministerio de Obras Públicas, se encuentran las estaciones de conteo continuas, las cuales registran las pasadas de los vehículos con instrumentos contadores automáticos.

Dentro del sector en estudio resulta relevante para el año 2004 la estación de conteo 119 con el nombre de Cangrejillo ubicada aproximadamente a 100 metros del Puente Cangrejillo Lado Sur Poniente de la Ruta O-50 que une Cabrero con Chaimávida y en año 2006 la estación de conteo 45 con el nombre de Coihue ubicada en el kilómetro 8,3 de la Ruta 180 que une Coihue con Renaico.

La información procesada de los instrumentos contadores de tránsito continuos corresponde a los factores de expansión 12 a 24 horas, los cuales se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 2.6 : Factores de Expansión 12 a 24 horas Equipos Contadores

Estación	Periodo	Auto Station	Cmta	Camiones Simples De 2 Ejes	Camiones De Más De 2 Ejes	Semi Remolque	Remolque	Buses Taxibuese
08.PH.119	Verano 04	1,50	1,44	1,33	2,04	1,49	1,49	1,69
	Invierno 04	1,33	1,31	1,41	1,49	1,65	1,65	1,82
	Primavera 04	1,46	1,37	1,32	1,92	1,62	1,62	1,42
08.III.45	Verano 06	1,44	1,44	1,61	1,49	1,72	1,72	1,49
	Invierno 06	1,27	1,27	1,47	1,51	1,56	1,56	1,51
	Primavera 06	1,30	1,30	1,45	1,47	1,62	1,62	1,47

2.3.4 Información Plazas de Peaje

Es de gran importancia para el estudio la información que entregan las Plazas de Peaje ubicadas en la red vial relevante, ya que proporcionan antecedentes históricos de la demanda, por tipo de vehículo, que circulan en el sentido de cobro. Así es posible conocer el crecimiento del tránsito de los últimos años, conocer los factores de demanda diurna y nocturna y periodizar el año por hora, día de la semana y por temporada.
En lo referente a las plazas de peaje relevantes al estudio, estas corresponden a las Plazas de Peaje de Coronel, Nicodahue, Curali y Chaimávida, ubicadas respectivamente

en el kilómetro 23, 92,97, 54,77 y 10,2, la primera se emplaza en la Ruta 160, la segunda y tercera se ubican en la Ruta de la Madera y la última se localiza en la Ruta O-50 que une Concepción y Cabrero.

En el siguiente cuadro se presenta la información disponible a la fecha del presente informe, la cual consigna los factores de expansión de 12 a 24 horas para la temporada de verano, invierno y primavera del 2006 para la plaza de peaje de Chaimávida.

Cuadro Nº 2.7 : Factores de Expansión 12 a 24 horas Plaza de Peaje

CODIGO ESTACION	PERIODO	AUTOS STATIONS	CMTAS	CAMIONES SIMPLES DE 2 EJES	CAMIONES DE MAS DE 2 EJES	SEMI REMOLQUES	REMOLQUES	BUSES TAXIBUSES
08.PPP.07	VERANO 06	1,52	1,52	1,55	1,71	1,51	1,51	1,43
	INVIERNO 06	1,34	1,34	1,38	1,58	1,40	1,40	1,37
	PRIMAVERA 06	1,35	1,35	1,45	1,73	1,52	1,52	1,35

En el área de estudio, existe un número importante de Plazas de Peaje, dependientes del Departamento de Peajes de Vialidad y de las distintas Concesiones existentes en la zona. Entre estas plazas se cuenta:

- Plaza de Peaje de Chaimávida
- Plaza de Peaje Coronel, By-Pass Coronel
- Concesión Camino La Madera
- Concesión Autopista del Itata
- Concesión Ruta 5: Tramo Chillán-Collipulli

Estas plazas dan una muy buena cobertura de los viajes que ingresan y salen del gran Concepción, por lo que estos antecedentes resultan de suma importancia para la futura calibración del modelo de asignación.

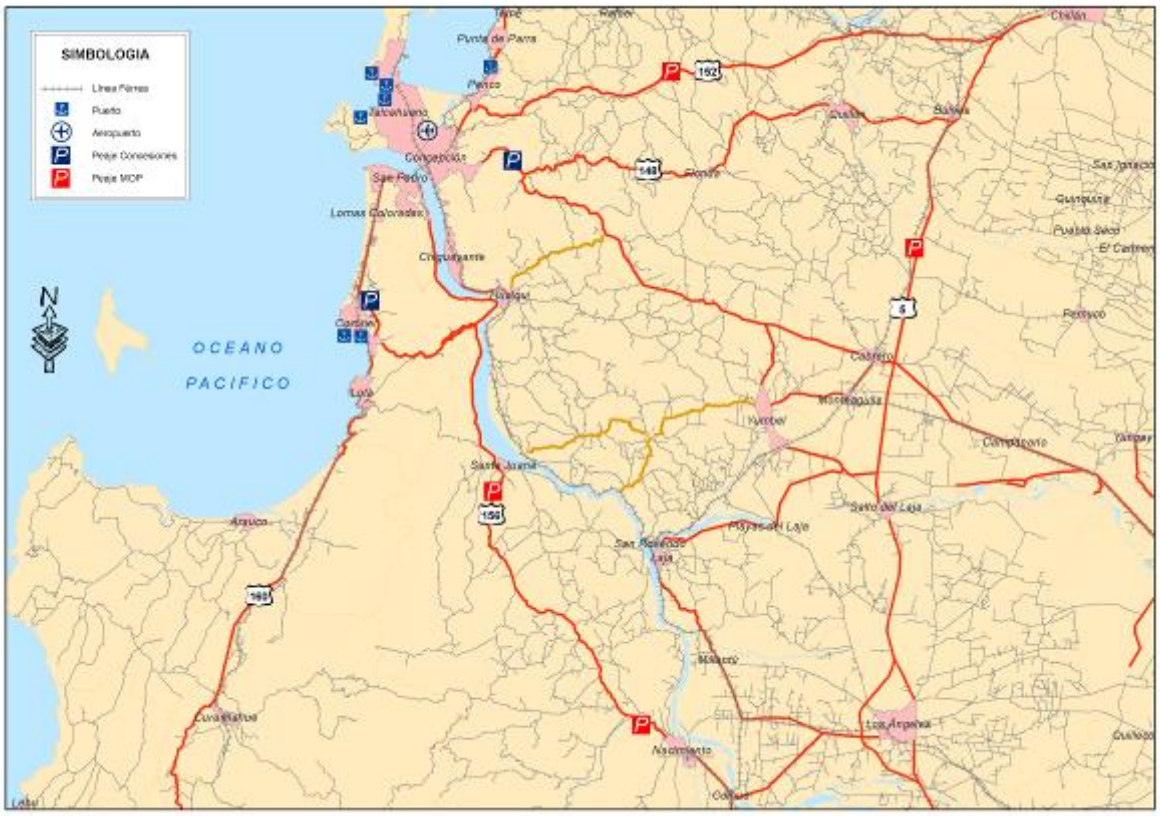
En la Figura Nº2.5 se presenta la ubicación esquemática de las plazas de peaje en el área de estudio, mientras que en el cuadro siguiente se presentan los valores de los peajes vigentes en el año 2008.

Cuadro Nº 2.8 : Tarifas Vigentes Plazas de Peajes de la Dirección de Vialidad

Administración	Plaza de Peaje	Dirección	Período	Auto y Cmta	Camión 2 Ejes	Camión de más 2 Ejes	Buses 2 Ejes	Buses más 2 Ejes	Motos
Dirección de Vialidad	Coronel	Ambos Sentidos	Laboral	1000	1800	2600	800	800	200
			Festivo	1600	2200	3500	1100	1100	400
	Chaimávida	Ambos Sentidos	Laboral	1200	2100	2900	2100	2900	200
			Festivo	1800	2400	3600	2400	3600	400
Ruta 5 Chillán - Collipulli	Santa Clara	Ambos Sentidos	Laboral	1800	3300	5900	3300	5900	600
			Festivo	1800	3300	5900	3300	5900	600
	Bulnes (Norte, Centro, Sur)	Poniente - Oriente	Laboral	500	800	1500	800	1500	100
			Festivo	500	800	1500	800	1500	100
	Laja	Poniente - Oriente	Laboral	500	800	1500	800	1500	100
			Festivo	500	800	1500	800	1500	100
	Lima	Poniente - Oriente	Laboral	500	800	1500	800	1500	100
			Festivo	500	800	1500	800	1500	100
	Las Maicas	Ambos Sentidos	Laboral	1800	3300	5900	3300	5900	600
			Festivo	1800	3300	5900	3300	5900	600
Autopista del Itata	Agua Amarilla	Ambos Sentidos	Laboral	2950	6500	12500	6500	8900	1450
			Festivo	2950	6500	12500	6500	8900	1450
Camino de la Madera	Nicodahue	Ambos Sentidos	Laboral	3000	9000	15000	7500	9000	1500
			Festivo	3000	9000	15000	7500	9000	1500
	Curali	Ambos Sentidos	Laboral	3000	9000	15000	7500	9000	1500
			Festivo	3000	9000	15000	7500	9000	1500

Fuente: Ministerio de Obras Públicas

Figura Nº 2.5 : Ubicación Plazas de Peaje en la Red Vial



A continuación se presenta un resumen de los movimientos mensuales en las plazas de peaje de la Octava Región con la información disponible más reciente.

a) Plaza de Peaje de Chaimávida

La Plaza de Peaje de Chaimávida se encuentra ubicada en la vía de acceso principal a Concepción y controla tanto los viajes provenientes de Bulnes como de Cabrero.

Esta plaza controló del orden de 6.900 vehículos diarios en el año 2007, observado el día "peak" máximo el 20 enero con una cantidad de 14.633 vehículos en total. Mientras que el día "peak" mínimo fue de 4.134 vehículos el día 12 agosto del 2007.

En el cuadro siguiente se presenta la estadística del año 2007 en términos de las pasadas mensuales y TMDA de la plaza Chaimávida.

Cuadro Nº 2.9 : Plaza de Peaje Chaimávida (veh. diarios)

MES	VL	CAMION 2 EJES	CAMION Y BUS 3 EJES	CAMION Y BUS 4 EJES	BUS 2 EJES	CAMION 5 EJES	CAMION DE MAS 5 EJES	MOTOS	TOTAL
Enero	5.717	558	100	194	598	1.172	247	16	8.602
Febrero	5.732	592	112	201	559	1.223	235	14	8.669
Marzo	4.314	605	139	203	547	1.371	266	12	7.457
Abril	4.045	557	138	184	493	1.252	228	9	6.905
Mayo	3.480	501	140	193	483	1.337	219	6	6.360
Junio	3.404	500	131	176	486	1.325	215	3	6.240
Julio	3.531	457	123	173	466	1.211	212	3	6.178
Agosto	3.402	498	119	188	481	1.343	223	4	6.259
Septiembre	3.972	452	102	172	485	1.164	207	10	6.565
Octubre	3.652	496	109	195	500	1.311	222	12	6.498
Noviembre	3.986	521	110	193	528	1.290	236	14	6.877
Diciembre	4.572	513	103	197	561	1.186	236	16	7.385
TMDA	4.151	521	119	189	516	1.265	229	10	6.999

Por otra parte, el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 6153, lo cual muestra un crecimiento anual de 1,8%.

En el caso de los vehículos livianos el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 3368, lo cual muestra un crecimiento anual de 3,0%.

En el caso de los camiones de dos ejes el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 636, lo cual muestra un decrecimiento anual de -2,8%.

En el caso de los camiones de más de dos ejes el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 1802, lo cual muestra un crecimiento anual de 0,7%.

El flujo en esta plaza se compone principalmente de vehículos livianos, con más de un 59% de participación, seguido por un 33% de transporte de carga y un 7% de locomoción colectiva. La temporalidad de la demanda se aprecia fuertemente en los vehículos livianos, mientras que el comportamiento del transporte de carga no es clara la estacionalidad.

Este camino presenta una estacionalidad marcada en términos del TMDA, observándose un aumento de un 20% en el tránsito en período de verano. La estacionalidad del transporte de carga en esta zona se encuentra relacionado con las actividades productivas y la explotación forestal, lo que se traduce en un aumento del tránsito en los meses de Enero y Febrero, mientras que en menor medida los meses de Marzo y Diciembre, lo cual coincide con el período estival.

b) Concesión Camino de La Madera

La concesión del Camino de La Madera posee dos plazas de peaje: Nicodahue y Curalí (vecinas a Nacimiento y Santa Juana) que controlan el flujo en sentido Norte-Sur y Sur-Norte respectivamente. Del análisis de la información mensual de tránsito es posible señalar que la principal componente del tránsito corresponde a vehículos livianos con una participación superior al 78% del total. Al igual que en otras rutas nacionales, se observa una fuerte estacionalidad, con volúmenes de flujo bastante mayores en Enero y Febrero.

Destaca el hecho que los flujos controlados en ambas plazas son similares; si se toma en cuenta que no existen localidades de importancia entre ambas plazas de peaje, se podría esperar que los viajes que pagan peaje sean de larga distancia y en caso de existir evasión esta es realizada por viajes locales.

En los cuadros siguientes se presenta la estadística del año 2005 en términos de las pasadas mensuales y TMDA de las plazas emplazadas en la Ruta de la Madera.

Cuadro Nº 2.10 : Plaza de Peaje Nicodahue Sentido Norte-Sur (veh. diarios)

MES	AUTO	AUTO REMOLQUE	CAMIONETA	C2E	C+2E	BUS 2E	BUS +2E	TOTAL
ENERO			S/INFORMACIÓN					
FEBRERO	624	7	393	32	164	35	0	1.255
MARZO	379	3	332	30	152	32	0	929
ABRIL			S/INFORMACIÓN					
MAYO	262	1	236	20	113	22	0	653
JUNIO	209	1	210	20	94	21	0	556
JULIO	225	1	214	20	80	23	0	563
AGOSTO	208	1	209	18	64	23	0	524
SEPTIEMBRE	234	1	212	16	76	26	0	564
OCTUBRE	241	1	222	20	83	26	0	592
NOVIEMBRE	223	1	228	21	82	29	0	583
DICIEMBRE	260	2	236	19	87	29	0	633
TMDA	286	2	249	22	99	27	0	685

Cuadro Nº 2.11 : Plaza de Peaje Curali Sentido Sur-Norte (veh. diarios)

MES	AUTO	AUTO REMOLQUE	CAMIONETA	C2E	C+2E	BUS 2E	BUS +2E	TOTAL
ENERO			S/INFORMACIÓN					
FEBRERO	598	11	464	36	131	27	0	1.266
MARZO	335	4	403	33	110	25	0	910
ABRIL			S/INFORMACIÓN					
MAYO	224	1	308	25	83	21	0	663
JUNIO	168	1	274	26	66	20	0	554
JULIO	190	1	280	25	67	22	0	585
AGOSTO	172	1	260	21	63	22	0	540
SEPTIEMBRE	195	2	285	23	76	24	0	604
OCTUBRE	198	1	294	25	82	24	0	626
NOVIEMBRE	202	1	285	24	85	27	0	624
DICIEMBRE	216	2	267	24	74	27	0	610
TMDA	250	2	312	26	84	24	0	698

Por otra parte, los tránsitos medios diarios anuales para el año 2000 corresponden a 628 y 603 para las plazas de Nicodahue y Curali, lo cual muestra un crecimiento anual de 1,8% y 3,0% respectivamente.

En el caso de los camiones de dos ejes los tránsitos medios diarios anuales para el año 2000 corresponden a 25 y 21 para las plazas de Nicodahue y Curali, lo cual muestra un crecimiento anual de -2,9% y 4,6%.
Para los camiones de más de dos ejes los tránsitos medios diarios anuales para el año 2000 corresponden a 32 y 19 para las plazas de Nicodahue y Curali, lo cual muestra un crecimiento anual de 34,5% y 25,4%.

En el caso del transporte de carga se aprecia un aumento del flujo de camiones pesados en ambas plazas, lo que puede deberse a faenas locales de explotación maderera; sin embargo, se debe notar que si bien el porcentaje supera al 25%, el volumen total de camiones es más bien pequeño.

c) Plaza de Peaje de Coronel

La Plaza de Peaje de Coronel se encuentra ubicada en el by-pass a la ciudad de Coronel y controla del orden de 4.100 vehículos diarios en ambos sentidos, observándose un máximo con una cantidad de 6.196 vehículos el día 20 de diciembre del 2007; siendo el día de mínima circulación vehicular el 01 de mayo del 2007, con la cantidad de 1.328 vehículos.

En el cuadro siguiente se presenta la estadística del año 2007 en términos de las pasadas mensuales y TMDA de la plaza Coronel, emplazada sobre el bypass a esa ciudad.

Cuadro Nº 2.12 : Plaza de Peaje Coronel (veh. diarios)

MES	VL	CAMION 2 EJES	CAMION Y BUS 3 EJES	CAMION Y BUS 4 EJES	BUS 2 EJES	CAMION 5 EJES	CAMION DE MAS 5 EJES	MOTOS	TOTAL
Enero	2.836	278	90	104	402	418	104	14	4.246
Febrero	3.009	294	90	97	399	439	88	16	4.433
Marzo	2.576	293	102	95	385	446	90	8	3.994
Abril	2.394	236	103	96	386	427	82	4	3.729
Mayo	2.240	230	105	90	379	374	71	3	3.492
Junio	2.384	242	113	115	395	499	94	3	3.845
Julio	2.305	216	123	147	386	579	126	3	3.884
Agosto	2.437	252	174	192	384	708	142	5	4.294
Septiembre	2.425	236	137	145	389	492	95	6	3.925
Octubre	2.680	281	172	147	422	515	89	6	4.312
Noviembre	2.784	288	184	136	434	520	89	9	4.444
Diciembre	3.095	299	140	100	422	404	85	19	4.563
TMDA	2.597	262	128	122	399	485	96	8	4.097

Si bien existe prohibición de ingreso de camiones a la ciudad de Coronel, lo que implica que todos los camiones que no viajan con Origen o Destino en esa localidad toman el bypass, la participación de los vehículos de carga es de un 27% del tránsito de esta plaza.

El tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 2645, lo cual muestra un crecimiento anual de 6,4%. En el caso de los vehículos livianos el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 1384, lo cual muestra un crecimiento anual de 9,4%. En el caso de los camiones de dos ejes el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 203, lo cual muestra un crecimiento anual de 3,7%. En el caso de los camiones de más de dos ejes el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 731, lo cual muestra un crecimiento anual de 1,9%.

El flujo en esta plaza se compone principalmente de vehículos livianos, con más de un 64% de participación, seguido por un 27% de transporte de carga y un 10% de locomoción colectiva.

Este camino no presenta una estacionalidad marcada como se observa en el resto de la región, observándose un aumento menor del 10% en el tránsito en período de verano.

d) Autopista del Itata

La Autopista del Itata constituye la vía de acceso norte a Concepción y es una alternativa al peaje de vialidad en Chaimávida para los viajes provenientes del norte de Concepción. La plaza de peaje troncal controla del orden de 3.500 vehículos diarios en ambos sentidos, de los cuales sobre el 60% corresponde a vehículos livianos.

e) Ruta 5: Tramo Chillán Collipulli

A continuación se presentan los niveles de tránsito observados en la Plaza de Peaje de Santa Clara. Se puede observar que la plaza de peaje controla alrededor de 6.000 vehículos diarios, de los cuales el 52% corresponde a automóviles, el 37% a camiones y el 11% restante a locomoción colectiva.
En el cuadro siguiente se presenta la estadística del año 2005 en términos de las pasadas mensuales y TMDA de la plaza troncal Santa Clara.

Cuadro Nº 2.13 : Plaza de Peaje Santa Clara (veh. diarios)

MES	Motos	Auto y Cmta	Camión 2E	Camión+2E	Bus 2E	Bus+2E	Auto y Cmta con Remolque	TOTAL
ENERO	16	4.822	457	1.634	724	104	104	7.862
FEBRERO	16	6.267	488	1.801	794	124	142	9.632
MARZO	6	3.163	449	1.771	621	101	27	6.138
ABRIL	6	2.092	428	1.845	459	86	17	4.932
MAYO	1	2.153	365	1.587	479	83	13	4.681
JUNIO	2	2.025	377	1.702	461	82	10	4.658
JULIO	1	2.492	385	1.725	535	89	17	5.245
AGOSTO	2	2.127	389	1.676	493	83	12	4.781
SEPTIEMBRE	3	2.522	401	1.724	509	84	18	5.262
OCTUBRE	6	2.444	415	1.686	539	84	15	5.188
NOVIEMBRE	8	2.495	483	1.796	551	91	19	5.443
DICIEMBRE	9	2.948	514	1.832	586	102	31	6.021
TMDA	6	2.962	429	1.732	563	93	35	5.820

El tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 4881, lo cual muestra un crecimiento anual de 3,6%.

En el caso de los vehículos livianos el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 2314, lo cual muestra un crecimiento anual de 5,3%.

En el caso de los camiones de dos ejes el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 503, lo cual muestra un decrecimiento anual de -3,1%.

En el caso de los camiones de más de dos ejes el tránsito medio diario anual para el año 2000 corresponde a 1508, lo cual muestra un crecimiento anual de 2,8%.

El flujo en esta plaza se compone principalmente de vehículos livianos, con un 52% de participación, seguido por un 37% de transporte de carga y un 11% de locomoción colectiva.

Este camino presenta una estacionalidad marcada como es de esperar en la ruta estructural del país, observándose un aumento menor del 26% en enero y 40% en febrero, los meses de marzo y diciembre son menores al 5%.

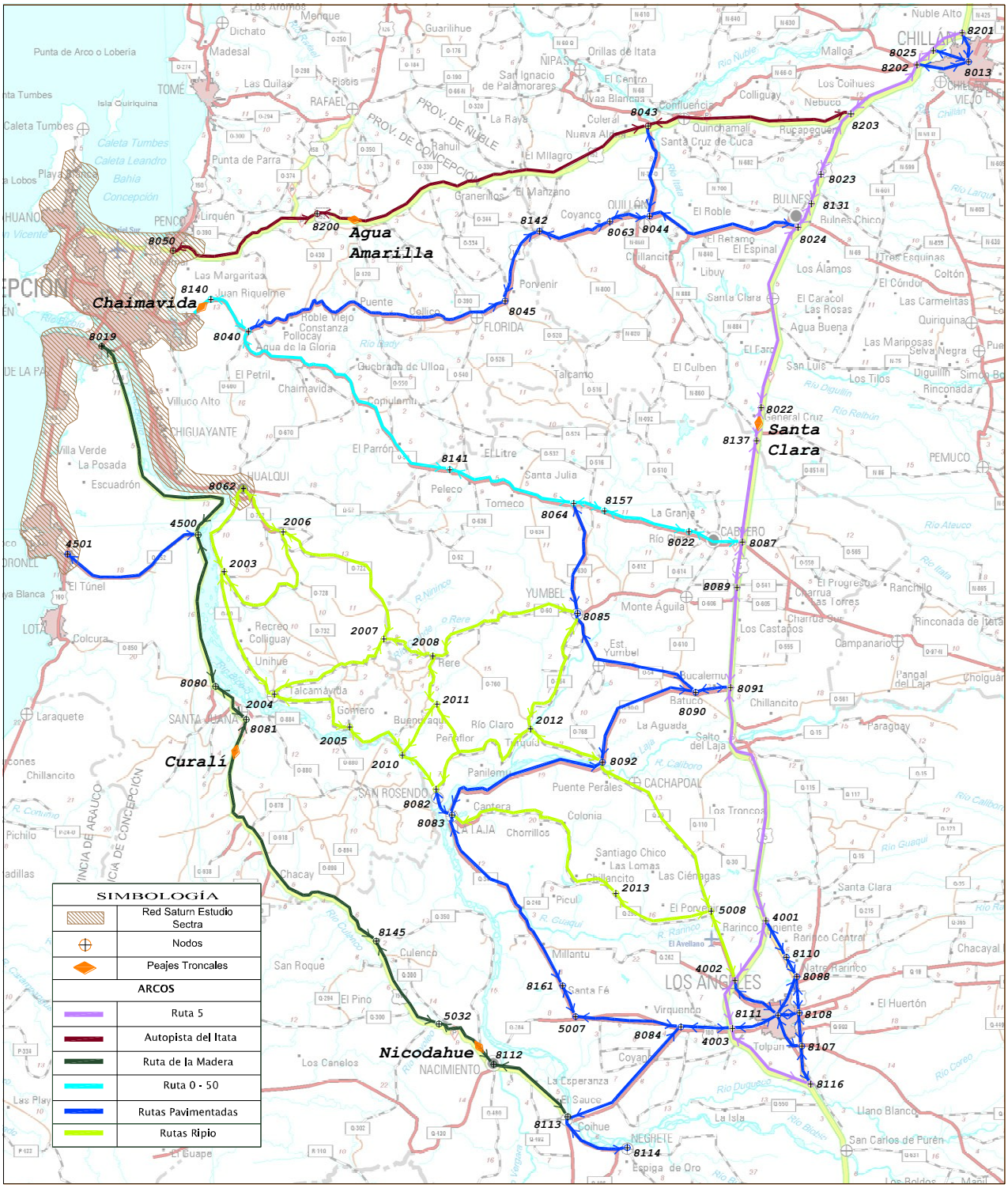
2.3.5 Oferta Vial

Una de las primeras tareas realizadas en este ámbito corresponde la definición de las rutas que componen la red objeto de análisis, con sus correspondientes atributos. De esta forma como parte del diagnóstico del sistema de transporte se procede a recopilar los antecedentes que permitan caracterizar la actual oferta vial en el área de influencia del proyecto.

Esta oferta vial se presenta en la Figura Nº 2.6, que muestra una imagen gráfica de la red vial relevante. La red vial relevante la componen por una parte, el Gran Concepción y, por otra, la red vial interurbana emplazada al interior de la zona delimitada por la Ruta del Itata por el Norte, por la Ruta 5 por el Oriente y por la Ruta

180 – Ruta de la Madera y Ruta O-852 correspondiente al tramo Patagual – Coronel como limite Sur.

Figura Nº 2.6 : Red Vial Relevante



En el Cuadro Nº2.14 se presentan las características sobre la red vial interurbana definida complementariamente a la red urbana. La caracterización de los arcos de la red incluye la identificación del Rol, longitud del arco en Km, tipo de carpeta (pavimento o ripio), estándar del arco (DC:Doble Calzada, CS:Calzada Simple), ancho de la calzada en metros, geometría del arco (plana, ondulada o montañosa), estado del pavimento, costo total por kilómetro según la tipología auto, camioneta, camión dos ejes, camión de más de dos ejes y buses y la identificación de la ubicación de las plazas de peajes.

Cuadro Nº 2.14 : Valores Características de Acuerdo a Tipología

CARPETA	GEOMETRÍA	SUBIDAS [m/km]	BAJADAS [m/km]	CURVA HORIZONTAL [grados/km]	ESTADO PAV	RUGOSIDAD [iri]
PAV	PLANA	10	10	20	BUENO	2,0
		10	10	20	REGULAR	3,5
	ONDULADA	30	30	90	BUENO	2,0
		30	30	90	REGULAR	3,5
	MONTAÑOSA	50	50	150	BUENO	2,0
		50	50	150	REGULAR	3,5
RIPIO	PLANA	10	10	20	UNICO	10,0
	ONDULADA	30	30	90	UNICO	10,0
	MONTAÑOSA	50	50	150	UNICO	10,0

El costo total por Kilómetro se determina mediante el modelo HDM, en su versión COPER, para el cual se han los valores medios recomendados en el Manual de Carreteras de acuerdo a las características de geometría, tipo de pavimento y estado del mismo. Los valores adoptados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 2.15 : Características Red Vial Relevante Interurbana

ARCO	RUTA	ROL	NODO	NODO	DIST.	CARPETA	ESTÁNDAR	ANCHO	GEOMETRÍA	ESTADO PAV	COSTO TOT/Km					PEAJE
											AUTO	CMTA	C2E	C+2E	BUS	
1	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	8200	2000	4,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
2	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	8062	2001	12,0	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
3	Yumbel - Rere	Ruta O-60	8085	2008	20,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
4	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	8062	2003	12,0	RIP	-	7	mont	-	220,72	279,82	392,76	700,64	959,63	
5	Talcamávida - San Rosendo	s/r	8082	2010	9,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
6	Hualqui - Chillancito	O-722	8062	2006	16,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
7	Rere - San Rosendo	s/r	8082	2011	12,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
8	Yumbel - Río Claro	Ruta O-754	8085	2012	14,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
9	San Rosendo - Río Claro	O-754	8082	2012	13,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
10	Laja - Santa Elcira	Q-250	8083	2013	21,0	RIP	-	7	plana	-	214,47	267,44	338,46	545,78	848,19	
11	Laja - Santa Elcira	Q-250	5008	2013	16,0	RIP	-	7	plana	-	214,47	267,44	338,46	545,78	848,19	
12	Laja - Santa Fé - Candelaria	Ruta Q-34	8161	5007	9,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
13	Puente Perales - Los Angeles	Ruta Q-20	8111	5008	12,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
14	Ruta de la Madera	Ruta 156	8145	5032	11,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
15	Puente Perales - Los Angeles	Ruta Q-20	8092	5008	21,0	RIP	-	7	plana	-	214,47	267,44	338,46	545,78	848,19	
16	Laja - Santa Fé - Candelaria	Ruta Q-34	8084	5007	11,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
17	Ruta de la Madera	Ruta 156	8112	5032	19,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
18	Concepción - Lebu	Ruta 160	8067	5041	6,0	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
19	Concepción - Lebu	Ruta 160	8061	5040	22,0	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
20	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8203	8023	15.25	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
21	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8202	8025	2.28	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
22	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8201	8025	6,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
23	Autopista del Itata	Ruta 152	8206	8043	43,0	PAV	DC	14	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	Agua Amarilla
24	Autopista del Itata	Ruta 152	8203	8043	18,0	PAV	DC	14	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
25	Autopista del Itata	Ruta 152	8206	8050	14,0	PAV	DC	14	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
26	Concepción Urbano		8200	8047	2,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
27	Concepción Urbano		8200	8049	4,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
28	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8137	8022	1,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	Santa Clara
29	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8131	8023	0.5	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
30	Concepción Urbano		8155	8047	1,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
31	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8131	8024	2,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
32	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8142	8045	1,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
33	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8141	8046	26,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
34	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8140	8046	3.71	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
35	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8157	8064	0.5	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
36	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8142	8063	1,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
37	Laja - Santa Fé - Candelaria	Ruta Q-34	8161	8083	15,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
38	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8141	8064	20,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
39	Concepción - Lebu	Ruta 160	8143	8067	8,0	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
40	Concepción - Lebu	Ruta 160	8143	8068	0.8	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
41	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8157	8086	14,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
42	Ruta de la Madera	Ruta 156	8145	8081	22,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	Curali
43	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8137	8087	10,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
44	Ruta de la Madera	Ruta 156	8080	4500	19,2	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
45	Huequén - Los Angeles	Ruta 180	8113	8084	14,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
46	Huequén - Los Angeles	Ruta 180	8111	8084	10,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
47	Los Angeles Urbano		8111	8088	1.6	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
48	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8110	8088	1,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
49	Reunión - Yumbel	Ruta O-630	8085	8064	10,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
50	Talcamávida - San Rosendo	s/r	2010	2005	7,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
51	Chillán - Cabrero	Ruta 148	8044	8024	19,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
52	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8108	8088	2,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
53	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8063	8044	1,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
54	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8110	4001	6,7	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
55	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8155	8140	8,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
56	Concepción Urbano		8060	8047	5,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
57	Concepción Urbano		8061	8048	5,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
58	Quilacoya - Chillancito	O-728	2006	2003	11,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
59	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2007	2004	14,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
60	Rere - San Rosendo	s/r	2011	2008	7,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
61	Concepción Urbano		8060	8048	2,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
62	Concepción Urbano		8061	8049	1,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
63	Cruce Ruta 5 - Laja	Ruta O-90-Q	8092	8083	18,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
64	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8116	8107	3,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
65	Concepción Urbano		8060	8052	14,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
66	Yumbel - Cruce Ruta O-90-Q	Ruta O-54	8090	8085	19,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
67	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2001	2000	8,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
68	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2004	2003	16,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
69	Talcamávida - San Rosendo	s/r	2005	2004	8,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
70	Chillancito - Rere	O-722	2007	2006	17,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
71	Chillancito - Rere	O-722	2008	2007	6,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
72	Los Despachos - Buenuraqui	s/r	2011	2010	4,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
73	Rere - San Rosendo	s/r	2012	2011	1,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
74	Concepción Urbano		8052	8048	12,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
75	Los Angeles Urbano		8111	8107	2.2	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
76	Concepción Urbano		8050	8047	10,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
77	Los Angeles Urbano		8111	8108	1.5	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
78	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8024	8022	24,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
79	Cabrero - Victoria	Ruta 5	8089	8087	5.6	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
80	Cabrero - Victoria	Ruta 5	8091	8089	10.6	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
81	Cruce Ruta 5 - Laja	Ruta O-90-Q	8092	8090	16,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
82	Concepción - Lebu	Ruta 160	5041	5040	5.8	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	Coronel
83	Nueva Aldea - Quillón	Ruta N-66-O	8044	8043	11,0	PAV	CS	7	ond	regular	150,84	174,93	243,53	434,62	637,35	
84	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8046	8045	25,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
85	Concepción Urbano		8048	8047	3,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
86	Ruta de la Madera	Ruta 156	8081	8080	2.46	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
87	San Rosendo - Laja	Puente FFCC	8083	8082	2,0	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
88	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8087	8086	3.8	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
89	Cruce Ruta 5 - Laja	Ruta O-90-Q	8091	8090	4,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
90	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8108	8107	3,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
91	Ruta de la Madera	Ruta 156	8113	8112	10,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
92	Coihue - Negrete - Mulchén	Ruta Q-80	8114	8113	8,0	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
93	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8203	8202	5.81	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
94	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2000	8200	4,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
95	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2001	8062	12,0	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
96	Yumbel - Rere	Ruta O-60	2008	8085	20,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
97	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2003	8062	12,0	RIP	-	7	mont	-	220,72	279,82	392,76	700,64	959,63	
98	Talcamávida - San Rosendo	s/r	2010	8082	9,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
99	Hualqui - Chillancito	O-722	2006	8062	16,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	

Cuadro Nº 2.15 (Cont.): Características Red Vial Relevante Interurbana

ARCO	RUTA	ROL	NODO	NODO	DIST.	CARPETA	ESTÁNDAR	ANCHO	GEOMETRÍA	ESTADO PAV	COSTO TOT/Km					PEAJE
											AUTO	CMTA	C2E	C+2E	BUS	
100	Rere - San Rosendo	s/r	2011	8082	12,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
101	Yumbel - Río Claro	Ruta O-754	2012	8085	14,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
102	San Rosendo - Río Claro	O-754	2012	8082	13,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
103	Laja - Santa Elcira	Q-250	2013	8083	21,0	RIP	-	7	plana	-	214,47	267,44	338,46	545,78	848,19	
104	Laja - Santa Elcira	Q-250	2013	5008	16,0	RIP	-	7	plana	-	214,47	267,44	338,46	545,78	848,19	
105	Laja - Santa Fé - Candelaria	Ruta Q-34	5007	8161	9,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
106	Puente Perales - Los Angeles	Ruta Q-20	5008	8111	12,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
107	Ruta de la Madera	Ruta 156	5032	8145	11,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
108	Puente Perales - Los Angeles	Ruta Q-20	5008	8092	21,0	RIP	-	7	plana	-	214,47	267,44	338,46	545,78	848,19	
109	Laja - Santa Fé - Candelaria	Ruta Q-34	5007	8084	11,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
110	Ruta de la Madera	Ruta 156	5032	8112	19,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	Nicodahue
111	Concepción - Lebu	Ruta 160	5041	8067	6,0	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
112	Concepción - Lebu	Ruta 160	5040	8061	22,0	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
113	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8023	8203	15.25	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
114	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8025	8202	2.28	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
115	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8025	8201	6,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
116	Autopista del Itata	Ruta 152	8043	8206	43,0	PAV	DC	14	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	Aua Amarilla
117	Autopista del Itata	Ruta 152	8043	8203	18,0	PAV	DC	14	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
118	Autopista del Itata	Ruta 152	8050	8206	14,0	PAV	DC	14	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
119	Concepción Urbano		8047	8200	2,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
120	Concepción Urbano		8049	8200	4,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
121	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8022	8137	1,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	Santa Clara
122	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8023	8131	0.5	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
123	Concepción Urbano		8047	8155	1,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
124	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8024	8131	2,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
125	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8045	8142	1,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
126	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8046	8141	26,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
127	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8046	8140	3.71	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
128	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8064	8157	0.5	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
129	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8063	8142	1,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
130	Laja - Santa Fé - Candelaria	Ruta Q-34	8083	8161	15,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
131	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8064	8141	20,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
132	Concepción - Lebu	Ruta 160	8067	8143	8,0	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
133	Concepción - Lebu	Ruta 160	8068	8143	0.8	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
134	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8086	8157	14,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
135	Ruta de la Madera	Ruta 156	8081	8145	22,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
136	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8087	8137	10,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
137	Ruta de la Madera	Ruta 156	8049	4500	27,5	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
138	Huequén - Los Angeles	Ruta 180	8084	8113	14,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
139	Huequén - Los Angeles	Ruta 180	8084	8111	10,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
140	Los Angeles Urbano		8088	8111	1.6	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
141	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8088	8110	1,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
142	Reunión - Yumbel	Ruta O-630	8064	8085	10,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
143	Talcamávida - San Rosendo	s/r	2005	2010	7,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
144	Chillán - Cabrero	Ruta 148	8024	8044	19,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
145	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8088	8108	2,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
146	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8044	8063	1,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
146	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	4001	8110	6,7	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
147	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8140	8155	8,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
147	Concepción Urbano		8047	8060	5,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
148	Concepción Urbano		8048	8061	5,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
148	Quilacoya - Chillancito	O-728	2003	2006	11,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
149	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2004	2007	14,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
150	Rere - San Rosendo	s/r	2008	2011	7,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
151	Concepción Urbano		8048	8060	2,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
152	Concepción Urbano		8049	8061	1,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
153	Cruce Ruta 5 - Laja	Ruta O-90-Q	8083	8092	18,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
154	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8107	8116	3,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
155	Concepción Urbano		8052	8060	14,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
156	Yumbel - Cruce Ruta O-90-Q	Ruta O-54	8085	8090	19,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
157	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2000	2001	8,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
158	Concepción - Talcamávida	Ruta O-60	2003	2004	16,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
159	Talcamávida - San Rosendo	s/r	2004	2005	8,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
160	Chillancito - Rere	O-722	2006	2007	17,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
161	Chillancito - Rere	O-722	2007	2008	6,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
162	Los Despachos - Buenuraqui	s/r	2010	2011	4,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
163	Rere - San Rosendo	s/r	2011	2012	1,0	RIP	-	7	ond	-	217,02	272,81	358,30	592,35	887,60	
164	Concepción Urbano		8048	8052	12,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
165	Los Angeles Urbano		8107	8111	2.2	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
166	Concepción Urbano		8047	8050	10,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
167	Los Angeles Urbano		8108	8111	1.5	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
168	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8022	8024	24,0	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
169	Cabrero - Victoria	Ruta 5	8087	8089	5.6	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
170	Cabrero - Victoria	Ruta 5	8089	8091	10.6	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
171	Cruce Ruta 5 - Laja	Ruta O-90-Q	8090	8092	16,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
172	Concepción - Lebu	Ruta 160	5040	5041	5.8	PAV	DC	14	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	Coronel
173	Nueva Aldea - Quillón	Ruta N-66-O	8043	8044	11,0	PAV	CS	7	ond	regular	150,84	174,93	243,53	434,62	637,35	
174	Bulnes - Concepción	Ruta 148	8045	8046	25,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
175	Concepción Urbano		8047	8048	3,0	PAV			plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
176	Ruta de la Madera	Ruta 156	8080	8081	2.46	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
177	San Rosendo - Laja	Puente FFCC	8082	8083	2,0	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
178	Cruce R5 - Agua de la Gloria	Ruta O-50	8086	8087	3.8	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
179	Cruce Ruta 5 - Laja	Ruta O-90-Q	8090	8091	4,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
180	Cabrero - Victoria	Ex-Ruta 5	8107	8108	3,0	PAV	CS	7	plana	regular	143,05	169,51	220,62	377,62	552,97	
181	Ruta de la Madera	Ruta 156	8112	8113	10,0	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
182	Coihue - Negrete - Mulchén	Ruta Q-80	8113	8114	8,0	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
183	Chillán - Cabrero	Ruta 5	8202	8203	5.81	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
184	Bypass Los Ángeles	Ruta 5	4001	4002	7,2	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
185	Bypass Los Ángeles	Ruta 5	4002	4001	7,2	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
186	Bypass Los Ángeles	Ruta 5	4002	4003	5,1	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
187	Bypass Los Ángeles	Ruta 5	4003	4002	5,1	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
188	Bypass Los Ángeles	Ruta 5	4003	8116	10,3	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
189	Bypass Los Ángeles	Ruta 5	8116	4003	10,3	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
190	Cabrero - Victoria	Ruta 5	4001	8091	24,3	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
191	Cabrero - Victoria	Ruta 5	8091	4001	24,3	PAV	DC	14	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
192	Ruta de la Madera	Ruta 156	4500	8049	27,5	PAV	CS	7	plana	bueno	138,24	161,88	197,36	351,41	528,40	
193	Ruta de la Madera	Ruta 156	4500	8080	19,2	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
194	Coronel - Patagual	Ruta O-52	4501	4500	17,8	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	
195	Coronel - Patagual	Ruta O-52	4500	4501	17,7	PAV	CS	7	ond	bueno	146,10	167,40	220,23	408,55	614,07	

2.3.6 Transporte Ferroviario

La infraestructura ferroviaria esta compuesta básicamente por líneas, estaciones y subestaciones eléctricas y pertenece en su totalidad a la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE). La red ferroviaria regional está constituida por parte el eje troncal Alameda – Temuco y los ramales Rucapequén – Concepción, Monte Águila – Polcura, San Rosendo – Talcahuano, Santa Fe – Mañil, Nacimiento – Mulchen, Curanilahue-Concepción y Renaico – Lebu. De estos, se encuentran operativos:

- Horcones – Talcahuano (perteneciente al ramal Curanilahue - Concepción.)
- San Rosendo – Talcahuano
- Santa Fe – Mañil
- Nacimiento - Mulchén

Actualmente EFE se encuentra en etapa de recuperación de tramos y estaciones para potenciar sus servicios, así como también considera la venta de terrenos asociados a sus estaciones y algunos ramales que no le resultan atractivos. Particularmente, en la región EFE está en proceso de levantamiento de terrenos para su posterior venta en los ramales Monte Águila – Polcura y Purén – Lebu. Ya se encuentra enajenado el antiguo ramal Renaico – Lebu.

El transporte de carga realizado por este medio lo realizan dos operadores: TRANSAP y FEPASA. La primera empresa moviliza Celulosa de Exportación, Graneles, Cemento, Madera en trozos, Acero, Carbón, Contenedores, mientras la segunda se dedica al transporte de ácido sulfúrico.

El movimiento de carga se realiza principalmente en las estaciones que actúan como receptoras de carga para traslado a puerto como es Horcones, Nacimiento, La Laja y en menor medida Cocharcas y Los Ángeles. Por otro lado, las estaciones ligadas a la actividad portuaria tales como Talcahuano, Lirquén y Coronel, concentran parte importante del movimiento de carga ferroviario.

El ferrocarril circula por la región con 24 frecuencias (ida y vuelta). De estas frecuencias, siete circulan por las estaciones habilitadas en la línea troncal.

Las estaciones más importantes dentro de la región en cuanto a movimiento de pasajeros son Concepción, Chillan, Talcahuano, y Chiguayante. Otras estaciones en donde el crecimiento tiene un comportamiento uniforme son de Chillan, Unihue, Los Perales y La Laja. En algunas, el crecimiento en el último año de estadística es muy superior en relación al año anterior: tal es el caso de Hualqui, Chiguayante Concepción y Talcahuano. Sin embargo este crecimiento en los viajes tiene relación con la mayor frecuencia y extensión de servicios que presentó el Biotren, durante el período de tiempo que abarca la estadística.

En el Plan Trienal 2003 - 2005, EFE consideró realizar proyectos de inversión en infraestructura entre la quinta y décima región. Los proyectos relevantes para la región del Bíobío fueron:

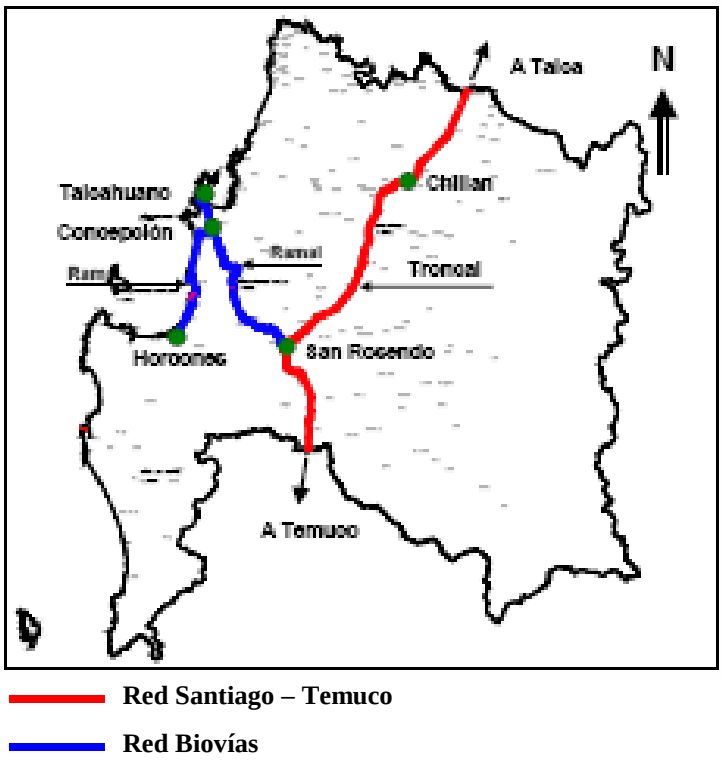
- Rehabilitación y mantenimiento de Red Troncal
- Rehabilitación y mantenimiento ramal Talcahuano - San Rosendo

- Modernización de sub estaciones eléctricas

Adicionalmente, dentro del marco del Proyecto Biovías se invirtieron aproximadamente US$ 160 millones en rehabilitación de la vía férrea en los tramos Concepción – Hualqui, Concepción – Talcahuano y Concepción – San Pedro de la Paz hasta el sector Escuadrón e incorporación de material rodante.

Las inversiones tanto en los sistemas de transporte de carga y pasajeros interregional, así como el proyecto Biovías, sitúan a la región del Bíobío como una de las que mayor atención ha prestado a la implementación de un sistema de transporte que involucre articuladamente todos los modos posibles, especialmente considerando la gran atractividad de viajes que ejerce el Gran Concepción respecto de otras centralidades como Chillán y Los Ángeles. En este sentido, es importante hacer notar que la principal necesidad a escala regional es implementar el ramal Chillán Concepción para otorgar continuidad al transporte de pasajeros y a la vez potenciar el transporte de carga proveniente desde el norte hacia el sistema portuario regional.

Figura Nº 2.7 : Red Ferroviaria de la Región del Bíobío

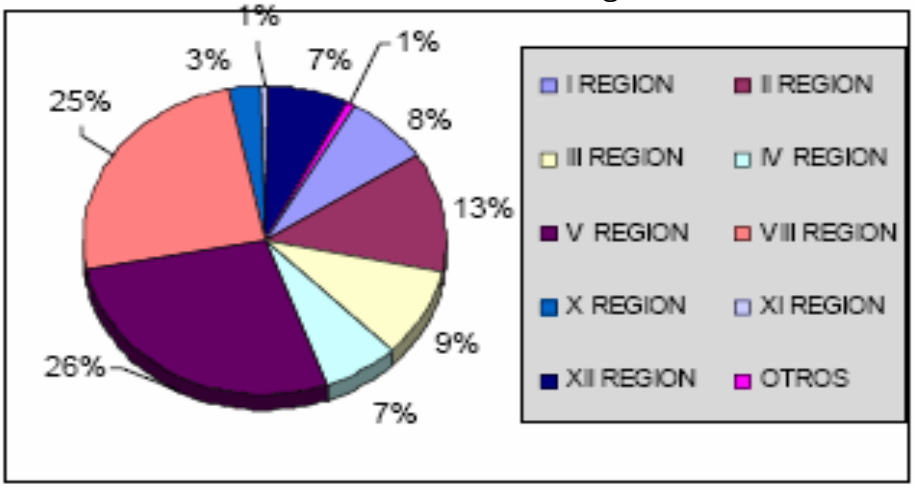


2.3.7 Sistema Portuario

El sistema portuario de la región se puede agrupar en tres sub sistemas de carácter industrial y una serie de sub sistemas asociados a la pesca artesanal. Dentro de los primero se encuentran el Sistema Penco - Lirquén, el sistema Talcahuano – San Vicente y el Sistema Coronel – Lota. Dentro de los segundos se encuentran los sistemas Tirúa - Lebu, Arauco – Tubul y, Lota – Coronel y Talcahuano (Ver Figura 2.9).

Figura Nº 2.8: Participación del sistema portuario nacional

en el movimiento de carga



El tamaño de la infraestructura portuario regional, posiciona al sistema portuario como el segundo en importancia del país, después de Valparaíso – San Antonio: Entre los años 1991 y 2001 el 50% de la carga movilizada en Chile se realizó a través de los puertos de la quinta y octava región. Particularmente, en la región se movilizó el 25% del total en el período analizado.

No obstante lo anterior, en los últimos 10 años aun cuando tendencialmente aumenta el movimiento de carga, su participación en el movimiento de carga nacional ha caído a un 20 %, situándose bajo el sistema portuario de la quinta región.

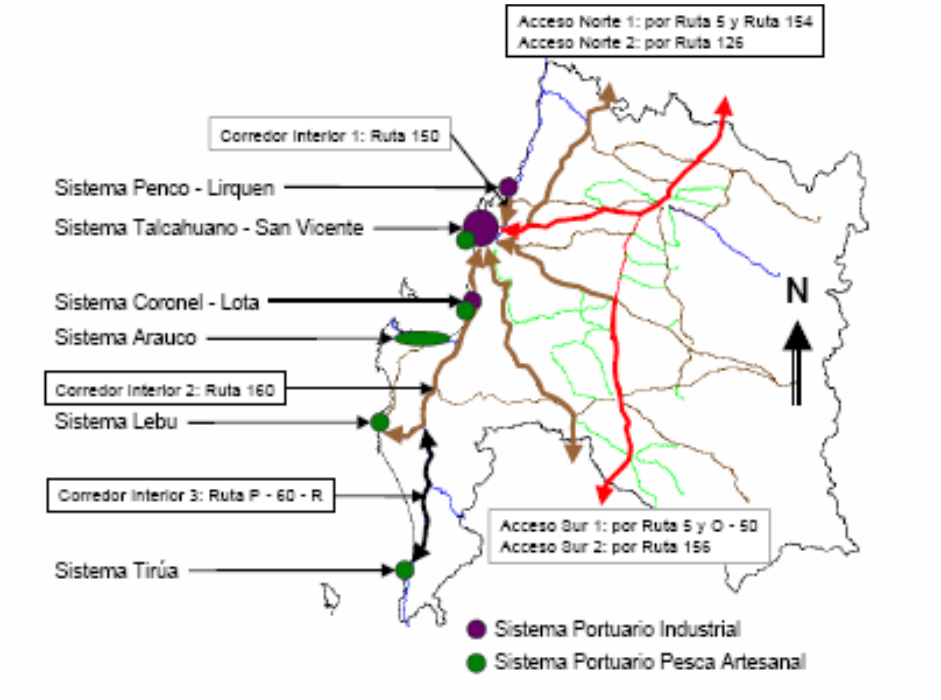
Las proyecciones de movilización de carga bajo un escenario tendencial muestran que la movilización de carga crecerá un 2,3 % en los próximos 10 años con lo cual la demanda de carga para el año 2011 seria de 19 millones de toneladas métricas. En un escenario optimista, siguiendo la tendencia de los últimos cuatro años de información, se llega a una demanda para el año 2011 de 25 millones de toneladas métricas.

A escala regional entre los años 1991 y 2001, el sistema San Vicente – Talcahuano movilizó el 69% de la carga regional, Penco - Lirquén el 17 % y Coronel - Lota el 14 %. Esto indica que el proporcionalmente, el sistema San Vicente Talcahuano es el más importante a escala regional. Es necesario resaltar que el puerto de Coronel a partir del año 1996 comienza a subir su participación en la movilización de carga, desplazando en importancia al sistema Penco – Lirquén ese mismo año.

De los tres sistemas portuarios analizados, únicamente el sistema Lota – Coronel posee una tasa de crecimiento importante, explicada básicamente por el aumento en movilización de carga del puerto de Coronel. El resto de sistemas, poseen tasas de crecimiento que no superan el 1 % anual, con lo cual el movimiento de carga es relativamente estable.

Se analizaron las cuatro principales actividades que describen la actividad portuaria: embarque, desembarque, importación y exportación. A partir de este análisis se determinó que el sistema San Vicente – Talcahuano es el que posee más diversidad en su actividad portuaria, dado que no existe una predominante sobre la otra. Distinto es el caso de los otros sistemas portuarios, en los cuales en general predomina una de las cuatro actividades analizadas.

Figura Nº 2.9 : El Sistema Portuario Regional y su Accesibilidad



La accesibilidad al sistema portuario está provista por una red vial perteneciente en su totalidad a la red vial básica. Los proyectos de inversión en sus diversos grados de desarrollo existentes en el MOP, permiten visualizar un sistema vial de transporte de carga con acceso directo a los diferentes complejos portuarios. Este sistema, debe concebirse en tres escalas. Una escala regional, a la cual la red vial permita el acceso desde la región y fuera de ella hacia el sistema portuario regional, una escala local a la cual la red vial permita la distribución de flujos a los diversos subsistemas, y una tercera escala en la cual la red vial se integra a la trama vial de acceso, permitiendo especialización en los flujos de ingreso a cada sistema portuario. Estas escalas de análisis permiten visualizar una trama vial coherente con las necesidades de competitividad del sistema portuario regional.

2.3.8 Transporte Carretero

La Red vial de la región del Bíobío posee una longitud de 13.054 Km. De ésta aproximadamente el 18 % (2321 Km.) corresponde a la Red Básica y el 82 % restante (10.733 Km.) a la Red Vial Comunal. El 76 % de la red vial básica se encuentra pavimentado (asfalto y hormigón), en tanto que en la red comunal, sólo el 2 % se encuentra pavimentado.

En la Región, coexisten la red vial administrada por la Dirección de Vialidad y la administrada por el Sistema de Concesiones. Estas últimas corresponden a: Camino de la Madera (Ruta O – 70 – Q que une San Pedro con Nacimiento), Acceso Norte (Ruta 156, que conecta con la Ruta 5 al sur de Chillán, hasta la Ruta 150), Ruta 5 (en todo su paso por la Región), y la Ruta Interportuaria, que interconecta la Ruta 156 en el sector enlace Penco, con el puerto de Talcahuano.

Dentro de los ejes administrados por la Dirección de Vialidad, los de mayor importancia son:

- La Autopista Concepción – Talcahuano,
- El Acceso a Concepción desde Cabrero,
- La Ruta N – 55 que une Chillán con la Termas de Chillán
- La Ruta O – 97 - M que une Cabrero con las centrales hidroeléctricas localizadas en el Río Laja
- La Q – 45 que une Los Ángeles con las centrales hidroeléctricas localizadas en el Río Laja
- La Ruta Q - 61 – R que une Los Ángeles con las centrales Hidroeléctricas localizadas en el alto Bíobío.
- la Ruta 160 desde Concepción a Lebu
- Ruta de Los Conquistadores

Los niveles de tráfico a escala regional en promedio oscilan entre los 100 y 10 mil veh/día – año. Las rutas con mayor carga de tráfico son en orden de importancia las Rutas 160 hasta Arauco, 5 y Camino Concepción – Cabrero. En un segundo nivel de flujos se encuentran las Rutas P – 60 – R (Carampangue – Cañete), Autopista del Itata, Los Ángeles – Mininco, y Chillán – Quirihue, Camino de la Madera y Ruta de Los Conquistadores. Esto indica que la mayor tendencia de flujos se encuentra en el territorio que abarcan las tres centralidades más importantes de la región.

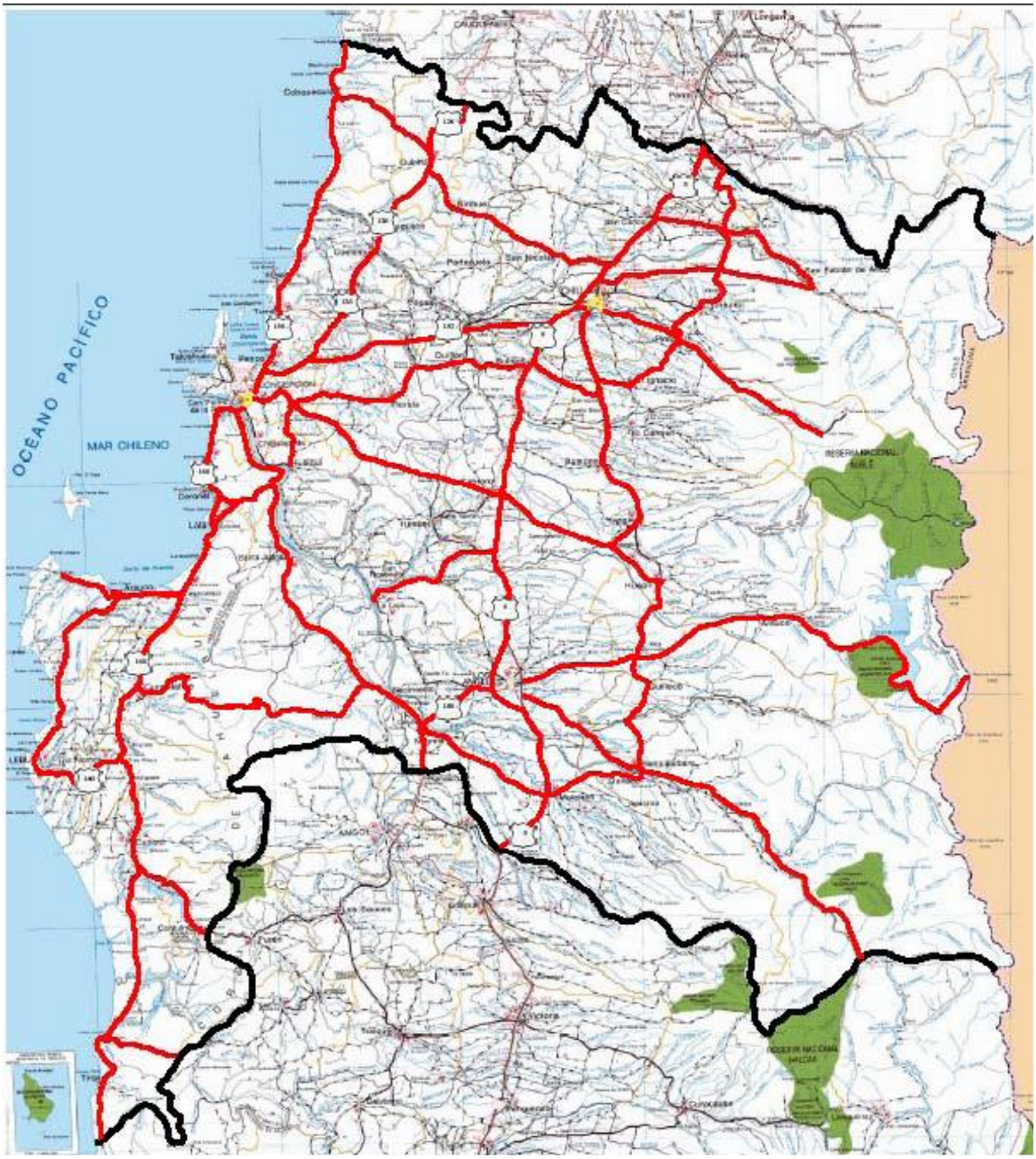
Las plazas de peaje existentes en la región se emplazan en las Rutas 5, Autopista del Itata, Camino de La Madera y Ruta 160. Esto da por resultado dos configuraciones, una configuración lineal de peajes organizada en torno a la Ruta 5 y una red radial de plazas de peajes con centroide en el Gran Concepción. Esto es un indicativo de la tendencia histórica de captura de flujos de las rutas mencionadas, reforzando así lo indicado respecto de los flujos en la región.

Los flujos vehiculares, clasificados en flujos de carga y pasajeros, pueden caracterizarse de acuerdo al propósito del viaje. Estudios realizados por la Dirección de Planeamiento del MOP, muestran que el principal propósito de viaje de personas que usan el transporte privado en días laborales es: trabajo (72 %), seguido de trámites (14 %) y turismo (5 %).

Sin embargo, en días festivos la proporción se invierte, de modo tal que el principal propósito de viajes es el turismo (36 %), trabajo (29 %), Otros (16 %) y trámites (15 %). En el caso del transporte público la tendencia se mantiene. El 34 % de los viajes tiene por propósito el trabajo, el 16 % a turismo, 15 % a trámites y 14 % a estudios.
En el caso del transporte de carga los principales productos que se movilizan son productos forestales (43%) y en segundo lugar materiales de construcción (12 %), productos varios (14%) y productos ganaderos (10 %). Esto indica la marcada vocación forestal del transporte en la región.

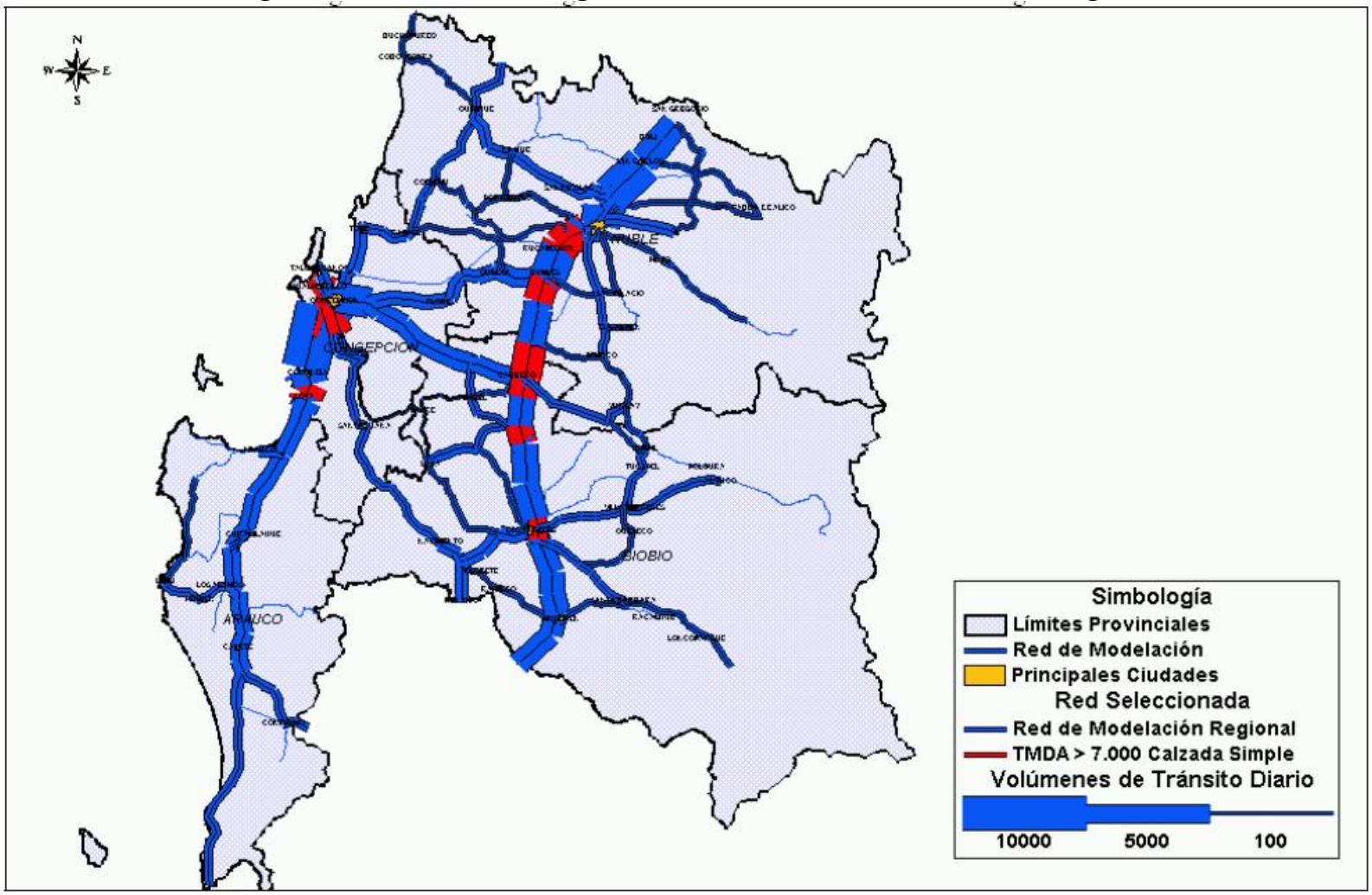
En la figura siguiente se presenta la red vial básica regional.

Figura Nº 2.10 : Red Vial de Básica VIII Región



En la figura siguiente se presenta la asignación a la red vial de la VIII Región.

Figura Nº 2.11 : Tránsito Asignado a la Red Vial de Modelación VIII Región



Fuente: Estudio “Diagnóstico Red Vial Interurbana”, SECTRA 2005

2.3.9 Transporte Fluvial

En el río Bíobío, se observan botes comúnmente y las balsas más esporádicamente, son medios de transporte y comunicación relevantes a la hora de establecer conectividad de menor tiempo y bajo costo entre las riberas del río Bíobío, aunque de comodidad y seguridad muy limitadas. Los puntos donde se ubican actualmente balsaderos corresponden a: Balsadero Curamávida/San Rosendo estación FFCC; y Monterrey ribera poniente frente a La Laja/Laja ribera oriente.

Figura Nº 2.12 : Balsadero en Curamávida – comuna de Santa Juana frente a San Rosendo



Figura Nº 2.13 : Balsadero en Monterrey frente a La Laja

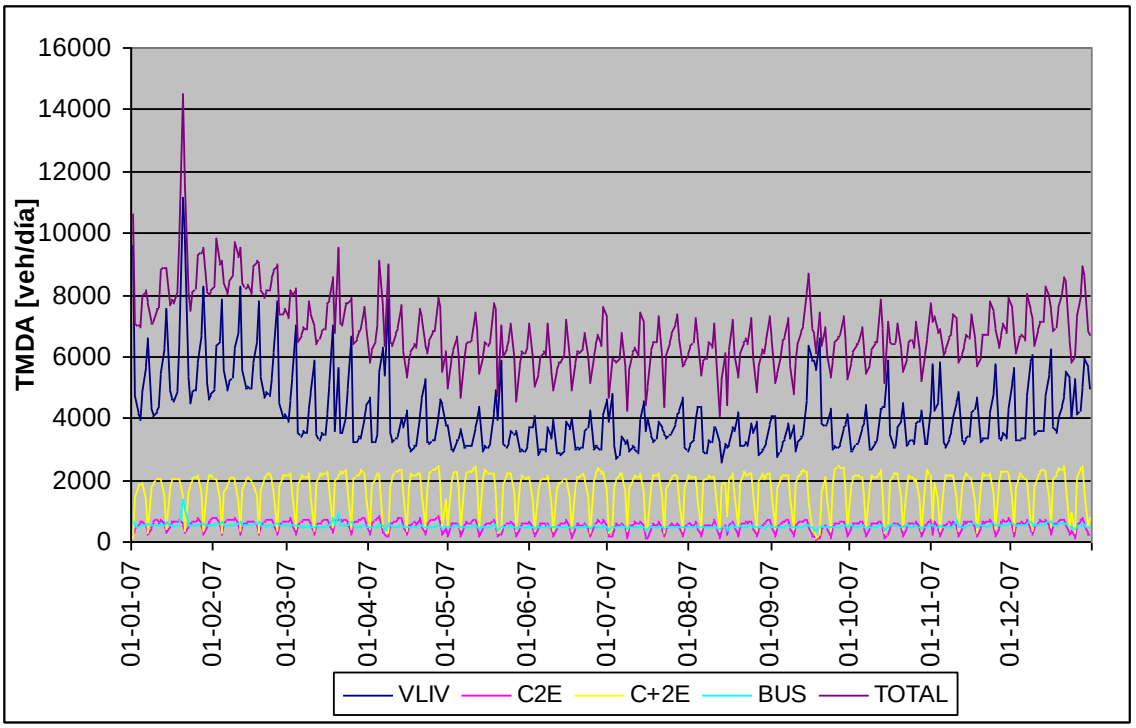


2.3.10 Análisis de Estacionalidad

Metodológicamente el análisis de estacionalidad se aborda a partir de un análisis de los flujos de tránsito a lo largo del año. Luego, con información de semanas características dentro de los períodos estacionales, se definen días característicos y así llegar al nivel de un análisis diario para la clasificación de las horas dentro de los días representativos.

El análisis anual se realiza con la información disponible de la plaza de peaje de Chaimávida para el año 2007, la cual se presenta en la figura siguiente.

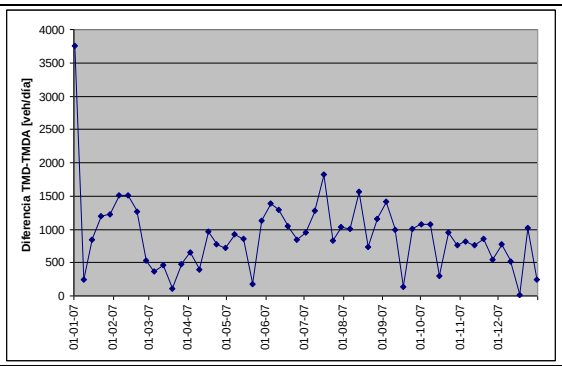
Figura Nº 2.14 : Análisis Anual Plaza Peaje Chaimávida



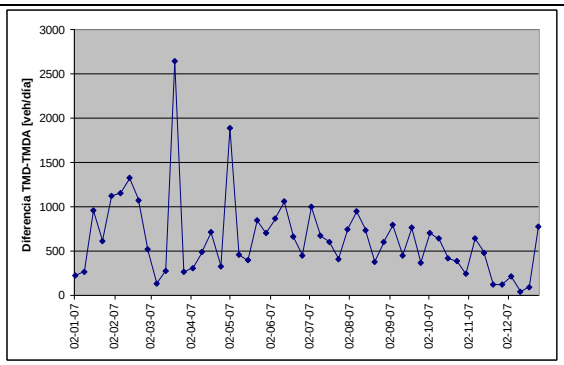
El análisis diario se efectúa con la información de la plaza de peaje de Chaimávida, la cual se determina en los gráficos siguientes la diferencia que presenta cada día respecto del valor anual promedio.

Figura Nº 2.15 : Análisis Diario Plaza Peaje Chaimávida

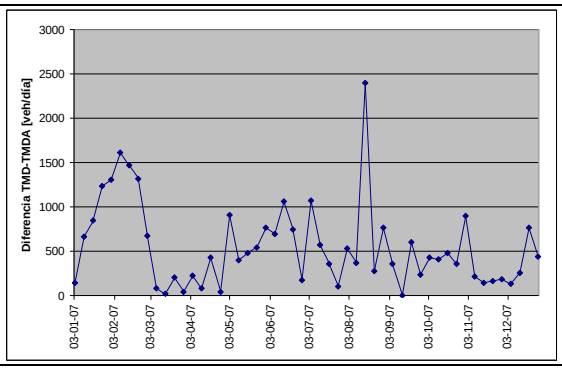
Día Lunes



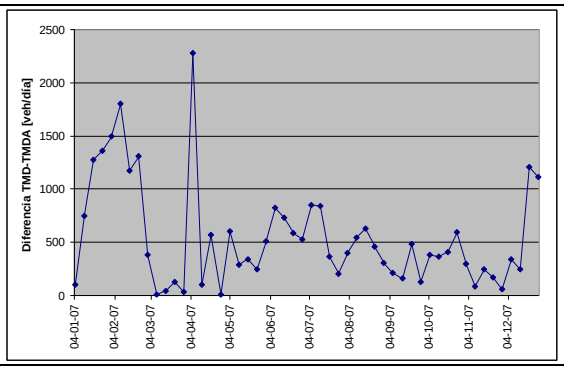
Día Martes



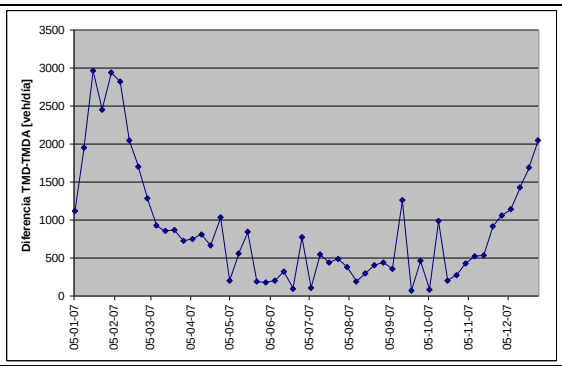
Día Miércoles



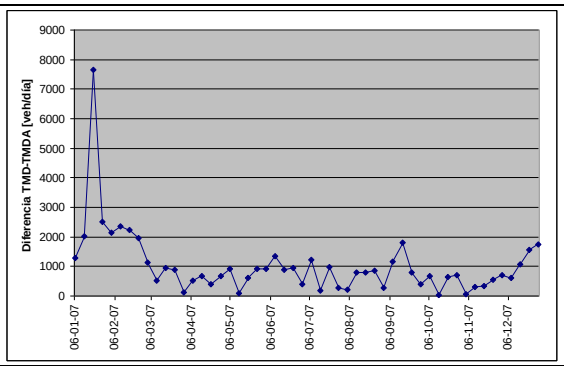
Día Jueves



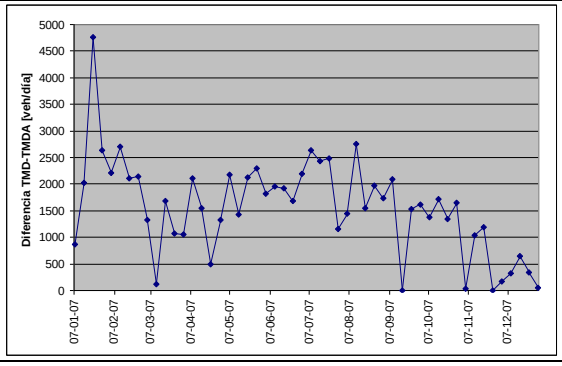
Día Viernes



Día Sábado



Día Domingo



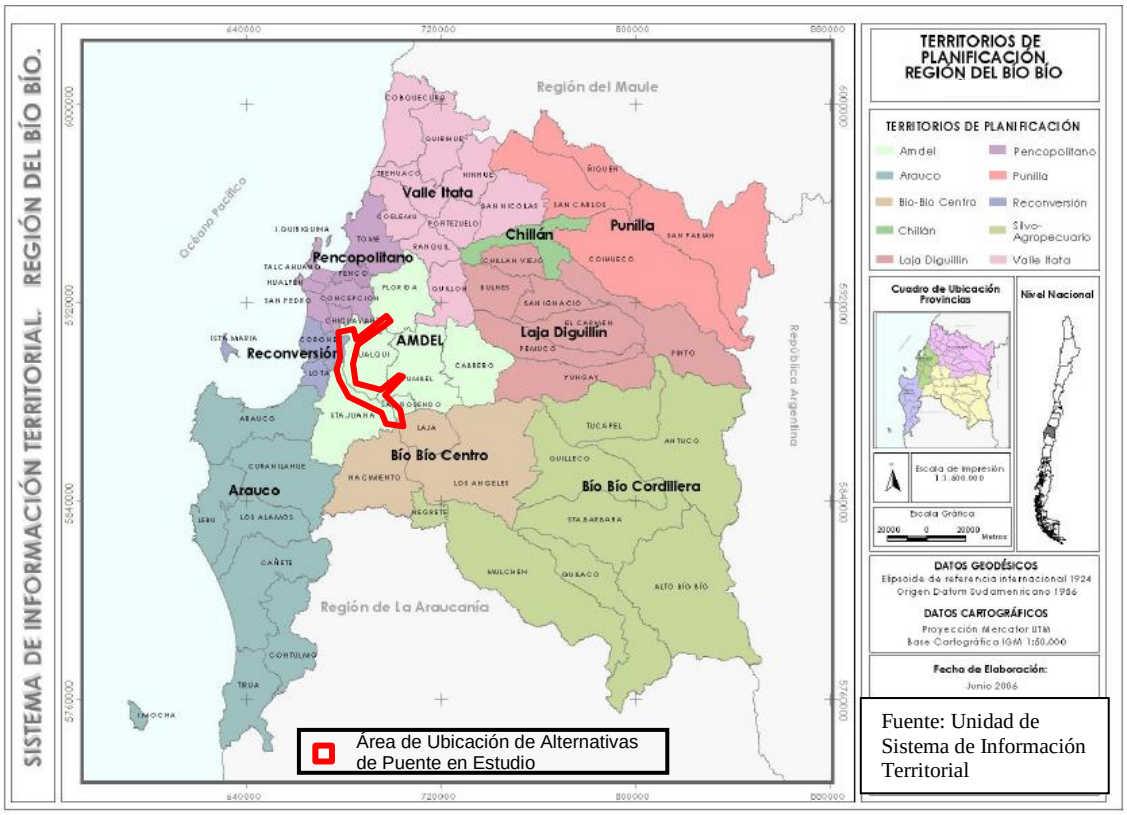
En esta etapa se ha ilustrado el comportamiento a nivel anual y diario. Un análisis a nivel más detallado, incluyendo en particular el comportamiento horario, se efectuará con el procesamiento de la información de las mediciones del consultor, objeto del Estudio de Demanda.

2.4 Diagnóstico del Sistema de Actividades

2.4.1 Aspectos Demográficos

El área de estudio en que debe estudiarse alternativas de emplazamiento para un nuevo puente sobre el río Bíobío y la red vinculada directamente a éste, se emplaza sobre los territorios de las comunas de Hualqui, Florida, San Rosendo, Yumbel y La Laja, por la ribera oriente del río; Coronel y Santa Juana por la ribera poniente.

Figura Nº 2.16 : Comunas Involucradas en el Área de Estudio



2.4.1.1 Volumen y Situación de Crecimiento Urbano-Rural de la Población

El crecimiento demográfico registrado en el último período censal 1992-2002 a nivel nacional alcanzó la media anual de 1,2%, siendo una baja tasa en lo registrado históricamente, pero que sigue la tendencia de crecimiento a nivel mundial con una desaceleración registrada en los últimos 15 años.

La Región del Bíobío y la Provincia de Concepción han crecido a una tasa todavía inferior a la media del país, situándose en 0,7 y 0,8 respectivamente.

De las comunas comprendidas en el área de estudio, Hualqui y Coronel han registrado crecimientos por sobre las medias regionales y locales, con 1,5% y 1,4%, respectivamente. Sin embargo, la tendencia del resto de las comunas es más bien a un crecimiento discreto, por debajo de la media nacional e incluso, se registran comunas que han disminuido su poblaciones como Florida, San Rosendo y La Laja con –0,3%, -1,1% y –0,8% respectivamente, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 2.16 : Población Total, Urbana-Rural, Variación Media Anual, Censos 1992-2002 de Comunas del Área de Estudio

Región, Provincia, Comuna	Superficie km²	Población Censo 1992			Población Censo 2002			Variación media anual %		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
REGIÓN DEL BIOBÍO	37.068,7	1.734.305	1.343.097	391.208	1.861.562	1.528.306	333.256	0,7	1,3	-1,6
Provincia Concepción	3.439,0	841.445	802.338	39.107	912.889	879.854	33.035	0,8	0,9	-1,7
Comuna Hualqui	530,5	16.156	10.120	6.036	18.768	14.756	4.012	1,5	3,8	-4,0
Comuna Florida	608,6	10.437	3.078	7.359	10.177	3.875	6.302	-0,3	2,3	-1,5
Comuna Coronel	279,4	83.426	79.677	3.749	95.528	91.469	4.059	1,4	1,4	0,8
Comuna Santa Juana	731,2	11.957	5.429	6.528	12.713	7.095	5.618	0,6	2,7	-1,5
Comuna San Rosendo	92,4	4.375	3.381	994	3.918	3.249	669	-1,1	-0,4	-3,9
Comuna Yumbel	727,0	20.460	9.482	10.978	20.498	10.935	9.563	0,0	1,4	-1,4
Comuna La Laja	339,8	24.350	17.528	6.822	22.404	16.288	6.116	-0,8	-0,7	-1,1

Fuente: Elaboración propia en base a datos INE.

También queda en evidencia la consolidación del incremento de la urbanización en contraposición con la disminución generalizada de la población que habita en sectores rurales.

Las tasas de crecimiento medio anual de la población urbana fluctúan entre 0,9% y 3,8%, el último caso representado por la comuna de Hualqui y le sigue la comuna de Santa Juana con 2,7%, como las de mayor crecimiento.

Por otra parte se han reducido, en el período de 10 años, las poblaciones urbanas en las comunas San Rosendo, La Laja y Florida.

La ruralidad expresada cantidad de población que habita en esta área también se ha visto reducida en todas las comunas del área de estudio. Las comunas que más han visto reducidas sus poblaciones rurales en el período intercensal analizado, corresponden a Hualqui y San Rosendo, con crecimientos negativos de –4,0% y –3,9%, respectivamente. La única comuna que ha registrado un incremento de la población rural es Coronel, con tasa positiva de 0,8%.

2.4.1.2 Distribución Espacial y Categorías de las Entidades de Población

En primer lugar, para acordar y comprender algunos conceptos de entidades de población que más adelante se emplean, es importante conocer las definiciones que el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), por ser una de las fuentes principales en materia demográfica, señala para:

Entidad Urbana: Conjunto de viviendas concentradas con más de 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes, con el 50% o más de su población económicamente activa, dedicada a actividades secundarias y/o terciarias. Excepcionalmente, los centros poblados que cumplen funciones de turismo y recreación con más de 250 viviendas concentradas y que no alcanzan el requisito de población se consideran urbanos.

Ciudad: Entidad urbana que posee más de 5.000 habitantes.

Pueblo: Entidad urbana con una población que fluctúa entre 2.001 y 5.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes y cumple el requisito de actividad económica.

Aldea: Asentamiento humano, concentrado con una población que fluctúa entre 301 y 1.000 habitantes; excepcionalmente se asimilan a Aldeas, los centros de turismo y recreación entre 75 y 250 viviendas concentradas, que no alcanzan el requisito para ser considerados como pueblo.

Caserío: Asentamiento humano con nombre propio que posee 3 viviendas o más cercanas entre sí, con menos de 301 habitantes y que no forma parte de otra entidad.

Ahora bien, el área de estudio tiene una importante vinculación por cercanía y por dependencia de servicios de jerarquía regional con la capital Concepción, el más importante núcleo urbano.

Al modo de un corredor de penetración Norte Sur, en la vertiente oriental de la Cordillera de Nahuelbuta, se reconoce al río Bíobío desde la desembocadura y hasta la confluencia con el río Laja. En este trayecto, existen en sus extremos centros urbanos importantes, es el caso de Hualqui cercano a Concepción y San Rosendo y La Laja hacia el interior (ver siguiente Figura).

Por la ribera oriente del Bíobío, y entre estos puntos, el espacio se presenta despoblado de centros urbanos relevantes, sólo se ubica Talcamávida con 1.032 habitantes.

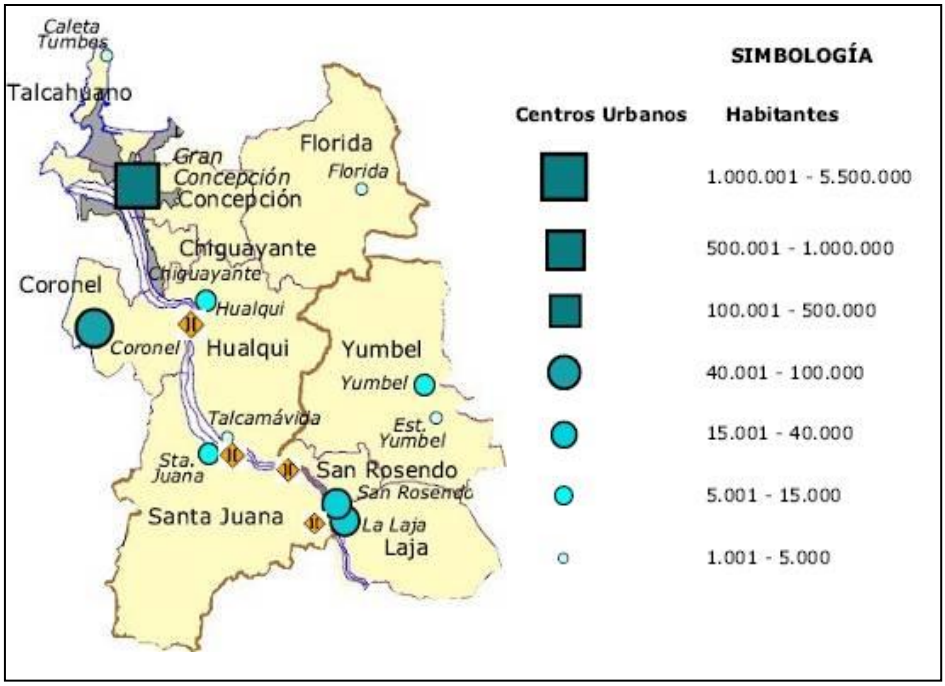
Por la ribera poniente, Santa Juana se levanta como el centro urbano más destacado de la parte media del trayecto, que cubre el área de estudio, con 7.095 habitantes en categoría de *ciudad*.

Visto desde el enfoque del corredor transversal que propicia cada una de las cuatro (4) ideas de conexión mediante puente sobre el río Bíobío y de alcance espacial más amplio, se tiene asociada a la alternativa de Puente Hualqui-Patagual, a Coronel con una masa de 91.469 habitantes en categoría de *ciudad*, y Florida con una masa bastante menor de 3.875 habitantes en categoría de *pueblo*.

La alternativa de Puente Santa Juana, así como también la alternativa de Puente en Buenuraqui, reconoce en el sentido transversal la conexión de Santa Juana (*ciudad*) con Yumbel en categoría de *ciudad* con 8.302 habitantes.

La alternativa de Puente en Monterrey-La Laja, reconoce en sus extremos de largo alcance a las *ciudades* de Santa Juana por la ribera poniente del río Bíobío, y La Laja – San Rosendo por la ribera oriente.

Figura Nº 2.17 : Distribución Espacial de Centros Urbanos de Comunas del Área de Estudio

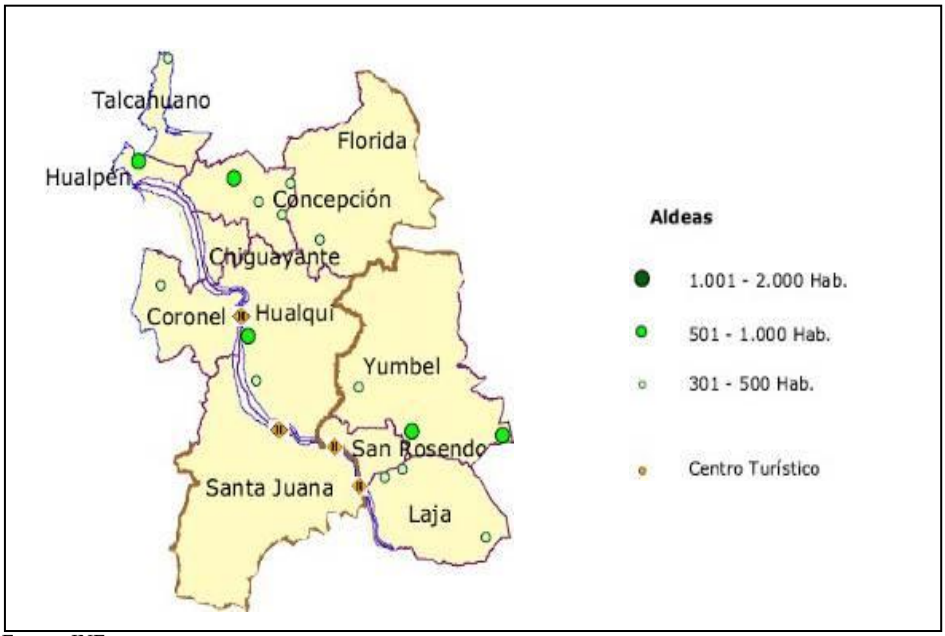


Fuente: INE.

Luego entidades menos pobladas, y que corresponden a la clasificación de *aldeas* en las riberas del Bíobío se tiene a Quilacoya que tiene 512 habitantes, según censo de 2002 y Unihue con 313 habitantes, como se representa en la siguiente Figura.

En el sentido transversal se localiza, asociada a la alternativa de Puente Monterrey – La Laja/San Rosendo, a la *aldea* de Rere con 398 habitantes, perteneciente a la comuna de Yumbel.

Figura Nº 2.18 : Distribución Espacial de Aldeas de Comunas del Área de Estudio



Fuente: INE.

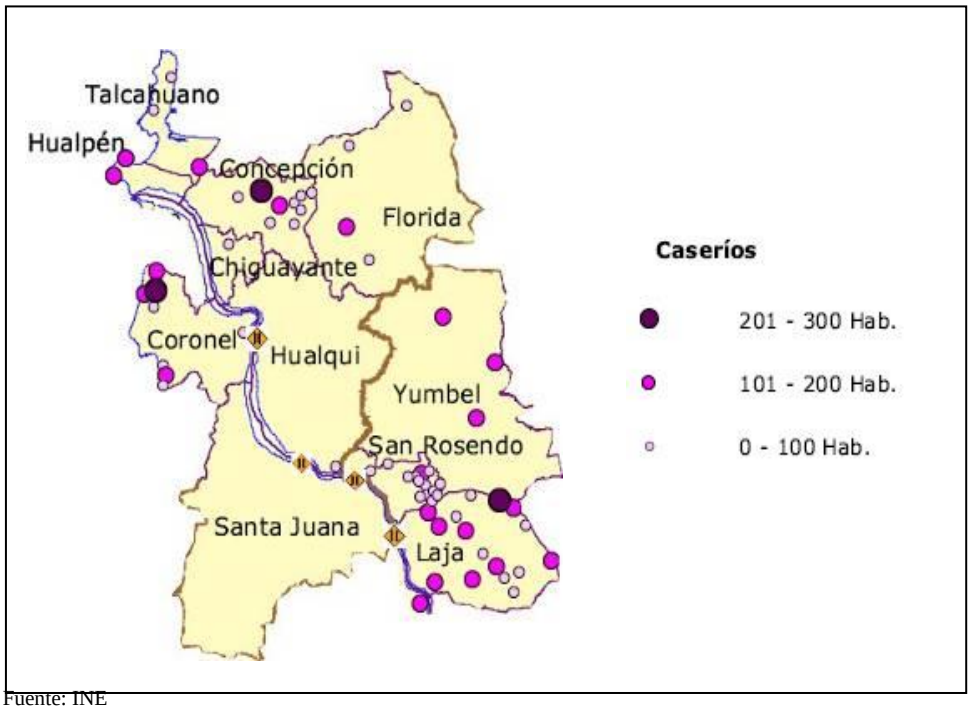
Finalmente, se reconocen a lo largo de las riberas del río Bíobío en el trayecto correspondiente al área de estudio, los siguientes *caseríos*: Estero El Teniente con 8 habitantes, en la alternativa de Puente Patagual-Hualqui.

En el límite Sur de Hualqui con San Rosendo se ubica el *caserío* de Gomero con 21 habitantes, y es un caserío que no tiene buena conectividad y que se sitúa entre las alternativas de Puente en Santa Juana y Puente Buenuraqui.

La alternativa de Puente Buenuraqui, conecta directamente el *caserío* del mismo nombre con 10 habitantes e inmediatamente al oriente con el *caserío* de El Guindo de 12 habitantes.

En el siguiente cuadro se puede apreciar un resumen de la jerarquía de las entidades pobladas asociadas a los sectores donde se emplaza cada alternativa de puente con sus caminos de conexión más próximos.

Figura Nº 2.19 : Distribución Espacial de Caseríos de Comunas del Área de Estudio



Fuente: INE

Cuadro Nº 2.17 : Población Total por jerarquía de la entidad Poblada según Censo 2002

Comuna	Entidad	Categoría	Población Censo 2002			Viviendas	Acceso Puente
			Total	Hombres	Mujeres	Censo 2002	
Hualqui	Hualqui	Ciudad	13.724	6.657	7.067	3.833	
	Talcamávida	Pueblo	1.032	492	540	362	Oriente Pte Sta. Juana
	Unihue	Aldea	353	177	176	150	
	Quilacoya	Aldea	512	236	276	206	
	Gomero	Caserío	21	11	10	8	
	EL Águila	Caserío	86	46	40	37	
	Las Totoritas	Caserío	55	30	25	24	
	Placilla	Caserío	52	22	30	19	
	Llepinhue	Caserío	17	13	4	7	Oriente Pte. Hualqui
Florida	Florida	Pueblo	3.875	1.854	2.021	1.466	
	Copiulemu	Aldea	430	222	208	142	
	Pichaco	Caserío	67	36	31	28	
Coronel	Coronel	Ciudad	91.469	44.526	46.943	25.276	
	Patagual	Aldea	376	…	…	130	
	Mintrihue	Caserío	17	9	8	5	Poniente Pte Hualqui
	Colcura	Caserío	107	70	37	44	
Santa Juana	Santa Juana	Ciudad	7.095	3.383	3.712	2.190	
	Raquicura	Caserío	34	23	11	10	
	Quillaitahue	Caserío	9	6	3	8	Poniente Pte Santa Juana
	Tanahuillín	Caserío	168	80	88	50	Poniente Pte Buenuraqui
	Curamávida	Caserío	172	77	95	54	
	Villa Balseadero	Caserío	36	18	18	29	
	Monterrey	Caserío	68	32	36	18	Poniente Pte Laja
San Rosendo	San Rosendo	Ciudad	3.249	1.557	1.692	914	
	Buenuraqui	Caserío	10	6	4	5	Oriente Pte Buenuraqui
	Los Despachos	Caserío	25	12	13	9	
Yumbel	Yumbel	Ciudad	8.302	4.083	4.219	2.448	
	Rere	Aldea	398	189	209	196	
	Bilbao	Caserío	6	2	4	1	
	El Maitén	Caserío	30	13	17	12	
	Tomentuco	Caserío	41	25	16	18	
La Laja	La Laja	Ciudad	16.288	7.980	8.308	4.693	
	Santa Ana	Caserío	232	119	113	73	Oriente Pte Laja

Fuente: INE, 2002.

2.4.1.3 Migraciones

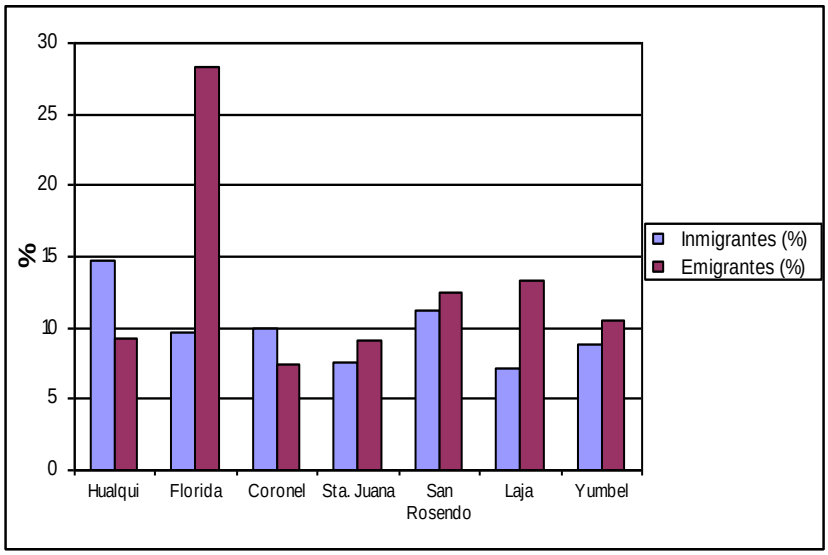
De las comunas analizadas, y en la población total de 5 años y más, y como se observa en el siguiente gráfico, sólo las comunas de Hualqui y Coronel, atrajeron población, con una notoria mayor diferencia entre inmigrantes y emigrantes en Hualqui, con casi 15% y 9% respectivamente. Coronel por su parte, registró llegada de población proveniente de otras comunas, conformando un 10% de la población, mientras que el 7% emigró.

En contraposición, el abandono de población en el período censal, de la comuna de Florida fue dramático, con un 28% de emigrantes y un 10% de inmigrantes.

También registraron abandonos importantes La Laja, San Rosendo y Yumbel con 13%, 12% y 10%, de emigrantes respectivamente, lo que genera un saldo migratorio negativo frente a los porcentajes de inmigrantes.

Más moderado, aunque negativo también fue el saldo migratorio de la comuna de Santa Juana, con 9% de la población que emigra y 8% que llega a la comuna.

Figura Nº 2.20 : Migraciones en Población Total de 5 años y más, de las Comunas del Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE.

2.4.1.4 Proyecciones de Población

A partir de tasas de crecimiento intercensal 1992-2002, se estima que la población de sólo 2 comunas de las 7 analizadas se incrementan al año 2020 (Coronel y Hualqui), una se mantendrá casi estable (Santa Juana), y 4 verán reducidas sus poblaciones, que son el caso de las comunas de Florida, La Laja, San Rosendo y Yumbel.

Cuadro Nº 2.18 : Proyecciones de Población Hasta el Año 2020

	Área Geográfica							
Años	VIII Región	Coronel	Florida	Hualqui	Santa Juana	Laja	San Rosendo	Yumbel
2.003	1.940.073	100.814	10.149	20.016	13.030	22.203	3.859	20.658
2.004	1.954.631	101.985	10.104	20.339	13.093	22.017	3.821	20.671
2.005	1.969.197	103.154	10.065	20.648	13.148	21.829	3.784	20.674
2.006	1.982.649	104.236	10.016	20.970	13.193	21.614	3.745	20.647
2.007	1.996.099	105.314	9.964	21.286	13.236	21.392	3.704	20.620
2.008	2.009.549	106.398	9.911	21.604	13.281	21.174	3.662	20.593
2.009	2.022.995	107.480	9.865	21.923	13.327	20.955	3.620	20.567
2.010	2.036.443	108.561	9.815	22.238	13.376	20.736	3.577	20.542
2.011	2.048.993	109.589	9.759	22.561	13.416	20.505	3.535	20.493
2.012	2.061.544	110.623	9.703	22.880	13.453	20.272	3.494	20.443
2.013	2.074.094	111.651	9.653	23.203	13.496	20.043	3.448	20.392
2.014	2.086.637	112.682	9.597	23.523	13.536	19.807	3.407	20.337
2.015	2.099.181	113.713	9.542	23.845	13.575	19.576	3.365	20.283
2.016	2.110.173	114.608	9.477	24.151	13.601	19.327	3.317	20.205
2.017	2.121.168	115.503	9.416	24.464	13.631	19.085	3.268	20.123
2.018	2.132.167	116.395	9.358	24.773	13.658	18.839	3.226	20.042
2.019	2.143.154	117.294	9.294	25.081	13.684	18.592	3.179	19.959
2.020	2.154.148	118.187	9.230	25.389	13.712	18.349	3.132	19.881

Fuente: INE, Censo 2002.

2.4.2 Aspectos Socio-Económicos y Culturales

En el presente punto, se describirán mediante indicadores y datos estadísticos aspectos que permiten describir aspectos socioeconómicos y culturales centrales de las comunas que se ven involucradas directamente por la conectividad que se pretende mejorar, mediante las alternativas de ubicación de los puentes sobre el Bíobío y sus caminos de conexión.

2.4.2.1 Condición de Pobreza de la Población

La población en Condiciones de Pobreza se refiere a la población que vive en condiciones de pobreza (indigentes y no indigentes), según la Encuesta de Caracterización Socioeconómica, CASEN. A un individuo se le considera "pobre" si su nivel de ingreso se sitúa por debajo de un nivel mínimo que le permita satisfacer sus necesidades básicas; e "indigente" si éste no le permite satisfacer sus necesidades alimentarias.

En este caso con datos disponibles desde el año 1992 a 2006, año en que se efectuó la última encuesta, se revela una tendencia general a nivel regional y de las comunas en análisis, hacia la reducción de la pobreza de la población. Sin embargo, existen diferencias entre comunas en el comportamiento de la evolución de la situación de pobreza (ver siguiente figura y cuadro).

La comuna de Hualqui siempre ha tenido un porcentaje de población en situación de pobreza superior al de la Región, incluso mientras la tendencia a 1994, era a la baja Hualqui incrementaba su población pobre. Es a partir del año 2000, que la proporción de población pobre comienza a descender sostenidamente, hasta alcanzar un 24,2%, superior al 20,7% regional.

Florida es junto a Hualqui, la otra comuna que incrementa su pobreza desde el año 1992 a 1994. El incremento también se produce entre el año 2000 y 2003, para situarse en 2006 en torno al 20% de población en situación de pobreza, mismo nivel que para la región.

Coronel, registró los niveles más altos de pobreza para casi todo el período analizado, muy por sobre el nivel regional. La situación fue extremadamente dramática entre 1992 y 1998 cuando entre el 42% y 58,9% de su población vivía en condición de pobreza. Últimamente, el año 2006, el descenso fue notable, situándose en un 19,4% por debajo del nivel de pobreza regional.

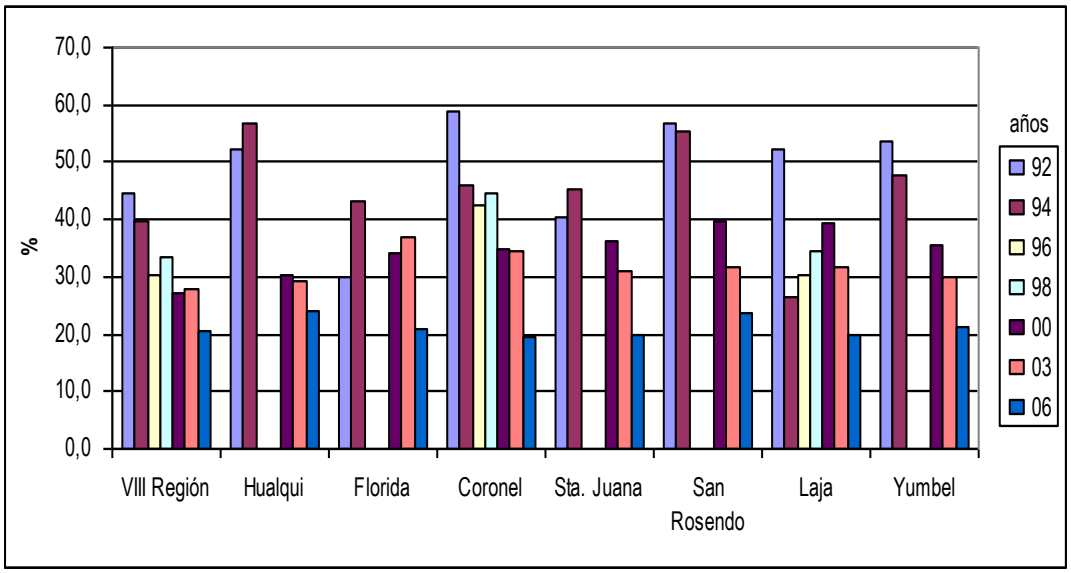
La comuna de Santa Juana, ha tenido una tendencia casi exclusivamente a la baja de su población pobre, con la excepción del año 1994. Lo notable se produce en la década del 2000, en que logra reducir en un 10% la proporción de población pobre, situándose en 2006 con un 19,9% de población en situación de pobreza, porcentaje levemente inferior al regional.

San Rosendo ha sido durante el período, una de las comunas más pobres de las analizadas. Su porcentaje de población en esta situación, siempre ha sido superior al porcentaje regional, si embargo, siempre ha mantenido un descenso sostenido de la proporción pobre de la población, hasta llegar al 24% en la última encuesta CASEN.

El caso de La Laja, resulta asintomático respecto de las comunas analizadas, en el sentido de que no siguió sino hasta los últimos períodos 2003 y 2006, la tendencia al descenso, por el contrario incrementó su población pobre sostenidamente hasta alcanzar casi el 40%, mientras que el nivel regional alcanzaba al 27%. Favorablemente, justo en la última encuesta CASEN se logra una disminución notable para situarse con un 19,7%, porcentaje inferior al regional.

Yumbel por su parte, se ha comportado siempre con tendencia a la baja sostenida de su proporción de población en situación de pobreza. Sin embargo, también siempre sus porcentajes han sido superiores a los registrados en cada período a nivel regional. Eso sí la amplitud entre estás, se reduce en 1992 se veía que existía una diferencia del orden de 9 puntos porcentuales, mientras que en 2006 la diferencia es de sólo 5 décimas.

Figura Nº 2.21 : Condición de Pobreza de la Población (%)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE.

Cuadro Nº 2.19 : Condición de Pobreza de la Población según Encuesta CASEN Años ´92, ´94, ´96, ´98, ´00, ´03 y ´06

Area Geográfica	Caracterización Socioeconómica CASEN																				
	1992							1994							1996						
	Población (Nº)				Pobreza (%)			Población (Nº)				Pobreza (%)				Población (Nº)			Pobreza (%)		
		Pobres			Total	Indi-	Pobres		Pobres			Total	Indi-	Pobres			Pobres		Total	Indi-	Pobres
	Total	Total	Indigen-tes	No Indi-gentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes	Total	Total	Indigen-tes	No Indi-gentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes	Total	Total	Indigen-tes	No Indi-gentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes
Región del Bío Bío	1.741.883	775.376	270.292	505.084	44,5	15,5	29,0	1.789.366	707.929	236.389	471.540	39,6	13,2	26,4	1.830.191	556.590	192.122	427.468	30,4	10,5	23,4
Coronel	84.608	49.792	17.232	32.560	58,9	20,4	38,5	87.520	40.088	17.472	22.616	45,8	20,0	25,8	90.559	38.520	8.641	29.879	42,5	9,5	33,0
Florida	10.266	3.057	1.065	1.992	29,8	10,4	19,4	9.845	4.268	1.165	3.103	43,4	11,8	31,5	...	...	...	...	...	...	...
Hualqui	16.248	8.478	3.445	5.033	52,2	21,2	31,0	16.420	9.324	2.380	6.944	56,8	14,5	42,3	...	...	...	...	...	...	...
Santa Juana	12.162	4.932	1.884	3.048	40,6	15,5	25,1	12.261	5.560	2.284	3.276	45,3	18,6	26,7	...	...	...	...	...	...	...
Laja	24.418	12.718	5.424	7.294	52,1	22,2	29,9	24.746	6.526	3.236	3.290	26,4	13,1	13,3	25.045	7.587	2.211	5.376	30,3	8,8	21,5
San Rosendo	4.118	2.337	1.343	994	56,8	32,6	24,1	4.309	2.384	820	1.564	55,3	19,0	36,3	...	...	...	...	...	...	...
Yumbel	20.547	11.052	4.743	6.309	53,8	23,1	30,7	20.184	9.595	4.213	5.382	47,5	20,9	26,7	...	...	...	...	...	...	...

Area Geográfica	Caracterización Socioeconómica CASEN																							
	1998							2000							2003						2006			
	Población (Nº)				Pobreza (%)			Población (Nº)				Pobreza (%)				Población (Nº)			Pobreza (%)			Pobreza (%)		
		Pobres			Total	Indi-	Pobres		Pobres			Total	Indi-	Pobres			Pobres		Total	Indi-	Pobres	Total	Indi-	Pobres
	Total	Total	Indigen-tes	No Indi-gentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes	Total	Total	Indigen-tes	No Indi-gentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes	Total	Total	Indigen-tes	No Indi-gentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes	Pobre-za	gentes	No In-digentes
Región del Bío Bío	1.817.680	604.717	187.638	417.079	33,3	10,3	22,9	1.911.067	517.200	152.630	364.570	27,1	8,0	19,1	1.907.034	532.358	160.401	371.957	28,0	8,4	19,6	20,7	5,2	15,5
Coronel	92.928	41.307	12.003	29.304	44,5	12,9	31,5	95.325	33.128	10.181	22.947	34,8	10,7	24,1	99.685	34.530	9.688	24.842	34,6	9,7	24,9	19,4	3,8	15,6
Florida	...	...	...	...	...	...	...	9.627	3.272	809	2.463	34,0	8,4	25,6	9.811	3.618	934	2.684	36,9	9,5	27,4	20,8	4,7	16,1
Hualqui	...	...	...	...	...	...	...	16.986	5.165	1.670	3.495	30,4	9,8	20,6	19.568	5.676	2.022	3.654	29,1	10,4	18,7	24,2	3,2	21,0
Santa Juana	...	...	...	...	...	...	...	12.164	4.406	1.576	2.830	36,2	13,0	23,3	13.041	4.053	727	3.326	31,1	5,6	25,5	19,9	5,6	14,3
Laja	25.270	8.681	2.886	5.795	34,4	11,4	22,9	25.449	9.993	3.660	6.333	39,3	14,4	24,9	21.702	6.863	1.570	5.293	31,7	7,2	24,4	19,7	7,0	12,7
San Rosendo	...	...	...	...	...	...	...	4.181	1.660	722	938	39,7	17,3	22,4	3.725	1.176	415	761	31,6	11,1	20,4	23,8	6,8	17,0
Yumbel	...	...	...	...	...	...	...	19.741	6.989	1.321	5.668	35,4	6,7	28,7	20.351	6.097	2.774	3.323	30,0	13,6	16,4	21,2	5,5	15,7

Fuente: Elaboración propia en base a datos INE.

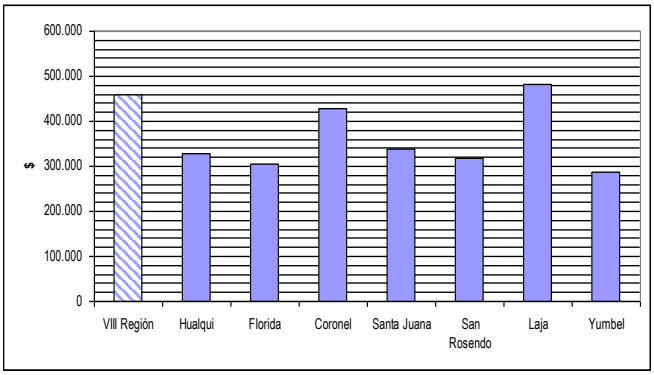
2.4.2.2 Ingreso Promedio de los Hogares

El ingreso promedio de los hogares, en pesos, de las comunas del área del estudio el año 2006 corresponde a:

Región del Bíobío	: $ 458.360	Santa Juana	: $ 338.747
Hualqui	: $ 328.047	San Rosendo	: $ 317.863
Florida	: $ 305.924	La Laja	: $ 481.830
Coronel	: $ 427.913	Yumbel	: $ 288.301

Como es posible apreciar, casi todas las comunas analizadas no superan el ingreso promedio regional. En efecto, Hualqui, Florida, Santa Juana y San Rosendo, tienen ingresos que superan los $300.000. Sólo Coronel supera el umbral de los $400.000 como ingreso promedio. La situación más desfavorable la vive Yumbel con un promedio de ingreso que no supera los $290.000. Por su parte, la comuna con ingreso promedio por hogar más alto corresponde a La Laja, única de las comunas analizadas que supera el promedio regional, situándose en los $481.830.

Figura Nº 2.22 : Ingreso Promedio de los Hogares Año 2006

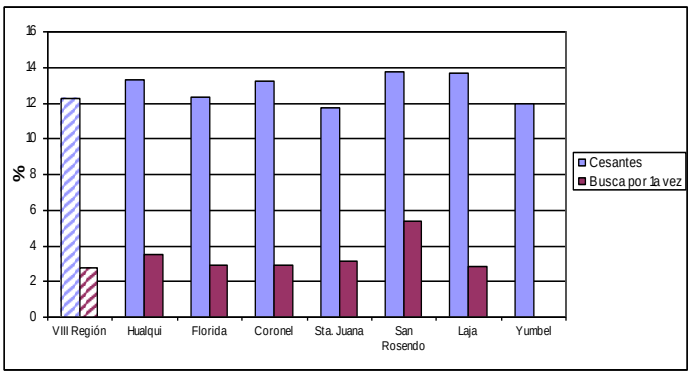


Fuente: Elaboración propia en base a datos INE.

2.4.2.3 Condición de Cesantía

El siguiente cuadro permite reconocer la condición de actividad laboral de la población económicamente activa de las comunas del área de influencia directa referida a la ubicación de las alternativas de puente sobre el río Bíobío y los caminos de conexión a entidades de población más próximas.

Figura Nº 2.23 : Porcentajes de Cesantía y Personas que Buscan Trabajo por 1ª vez, Censo 2002



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE.

Como se puede apreciar en el cuadro, se tiene que las proporciones de población económicamente activa en situación de cesantía son, con la excepción de la comuna de Santa Juana, superiores al nivel Región, en menos de dos puntos porcentuales. Estas cifras demuestran una deficiencia que se hace más notoria en las comunas vecinas de San Rosendo y La Laja, hecho curioso, cuando se reconoce como hito la presencia de la Planta Industrial de Celulosa, que al parecer no es capaz de absorber por sí sola la mano de obra desempleada.

La situación de desempleo rural, se sitúa en torno al 9% y 10%, situación más favorable que la que viven las entidades urbanas.

2.4.2.4 Población Económicamente Activa por Rama de Actividad

La estructura de la población económicamente activa a nivel regional, está caracterizada por la mayor concentración en el sector comercio, que incluye comercio minorista y mayorista, reparación del vehículos, motores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos, le sigue el sector industrial, y en tercer lugar, por sobre el 10% de la población dedicada a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura.

Con una estructura de predominancia de la industria y el comercio, parecida a la de la Región, se encuentra Coronel. En esta comuna se expresa fuerte la pesca, como la tercera actividad más importante dado el carácter costero de su localización geográfica (ver siguiente conjunto de gráficos).
Luego, existe el conjunto de comunas de Hualqui, Florida, Santa Juana y Yumbel, representadas por su predominancia del sector agrícola, en que se incluye la actividad forestal de fuerte presencia en la zona.

La comuna de San Rosendo, tiene una población predominantemente dedicada a la actividad de comercio y construcción. Luego, exhibe distribución más pareja de ocupaciones en áreas diversas como la administración pública, actividades inmobiliarias que considera además actividades empresariales y de alquiler, industrias y agricultura.

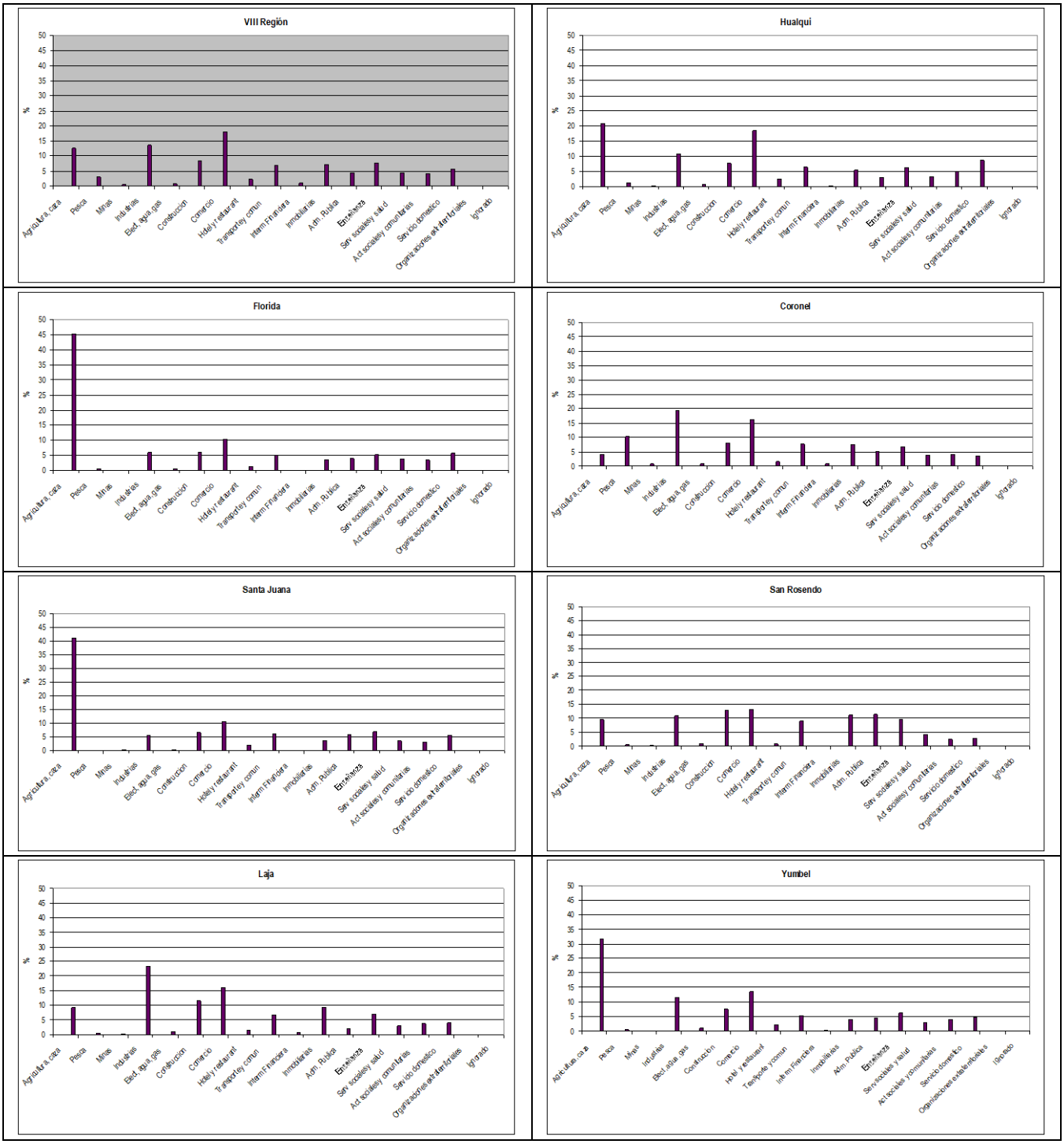
La comuna de La Laja evidencia, la mayor proporción de su población económicamente activa en el sector industrial, que muy probablemente esté asociado a la ubicación en esta ciudad de la Planta de Celulosa La Laja, le sigue la actividad comercial y de construcción, para dejar relegada a la cuarta posición a la agricultura y actividad inmobiliaria.

Mirada así estas distribuciones, se puede establecer una diferenciación entre comunas de vocación urbana y de vocación rural (agrícola-forestal), según rama de actividad económica.

Cuadro Nº 2.20 : Vocación Urbana – Rural de las comunas según Rama de Actividad Económica

Vocación	
Urbana	**Rural (Agrícola/Forestal)**
Coronel San Rosendo La Laja	Hualqui Florida Santa Juana Yumbel

Figura Nº 2.24 : Población Económicamente Activa VIII Región por Rama de Actividad Económica. Censo 2002



2.4.2.5 Desplazamiento de la Población que Trabaja o Estudia

La estadística sobre desplazamiento de la población de 15 años o más que trabaja o estudia, resulta de utilidad a los fines del análisis de la movilidad de la población residente en cada una de las comunas que componen el área de estudio.

En este sentido, se capturan los desplazamientos necesarios para alcanzar tanto los lugares de estudio como de trabajo, ya sea dentro de la comuna, en otra comuna de la provincia, en otra comuna de la región, o en otra región, que tiene distintos alcances espaciales o territoriales desde el menor alcance, al mayor alcance.

El siguiente cuadro, presenta en términos absolutos las cantidades de población que se desplazan hacia distintas localizaciones por motivos de trabajo o estudio.

Cuadro Nº 2.21 : Desplazamiento de la Población que Trabaja o Estudia por Comuna, Censo 2002

Localización	Población de 15 años o más que trabaja o estudia	TIPO DE DESPLAZAMIENTO							
		HOMBRES				MUJERES			
		En la comuna	En otra comuna de la provincia	En otra provincia de la región	En otra región	En la comuna	En otra comuna de la provincia	En otra provincia de la región	En otra región
Región Bíobío	649.276	305.965	88.775	11.306	8.436	170.260	59.089	2.884	2.561
Hualqui	3.003	1.694	273	16	2	842	170	3	3
Florida	4.424	1.667	194	81	1.011	569	108	24	770
Coronel	27.461	13.114	5.065	180	118	7.357	1.570	28	29
Sta. Juana	3.033	1.827	218	80	22	765	99	8	14
San Rosendo	682	386	28	10	9	224	20	5	0
La Laja	6.362	3.901	358	96	62	1.746	162	25	12
Yumbel	5.311	3.309	215	170	98	1.335	82	70	32

En términos proporcionales, la mayor proporción de los desplazamientos de la región y las comunas, por estudio y trabajo se realizan dentro de la propia comuna.

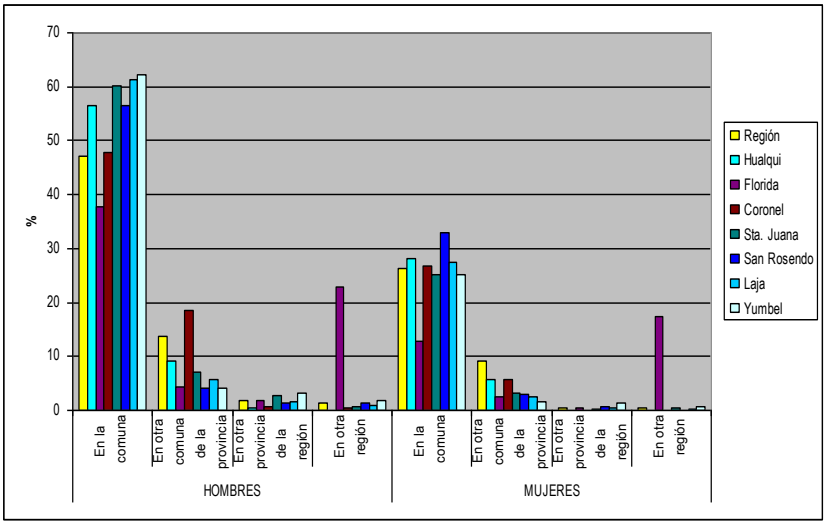
Casi el doble de hombres sobre las mujeres de 15 años y más se desplazan por trabajo y estudios.
Los casos especiales destacables por no seguir la tendencia general, de mayor proporción de desplazamientos a menor distancia, que se puede interpretar del siguiente gráfico, lo constituye:

- La comparativamente alta proporción de hombres de Coronel (cercano al 20%) que se desplazan por motivos de estudios o trabajo a *otras comunas de la provincia*, que probablemente sea explicado por la oferta y atracción que produce el núcleo urbano Concepción-Talcahuano, en estos aspectos.

- La comparativamente alta proporción de hombres de Florida (superior al 20%) que se desplazan por motivos de estudios o trabajo a *otras comunas de la región*, que probablemente sea explicado por la ausencia de gran número de puestos de trabajo o establecimientos educacionales de mayor jerarquía en la propia comuna, debiendo desplazarse bastante lejos por la Región.

- La comparativamente altísima proporción de mujeres de Florida que se desplazan por motivos de estudios o trabajo a *otras comunas de la región*. De hecho es mayor en 4% a la proporción de mujeres que estudian o trabajan en la propia comuna.

Figura Nº 2.25: Desplazamiento de la Población que Trabaja o Estudia por Comuna en %, Censo 2002



2.4.2.6 Vehículos de Uso Particular en Hogares y Medios de Transporte Rural

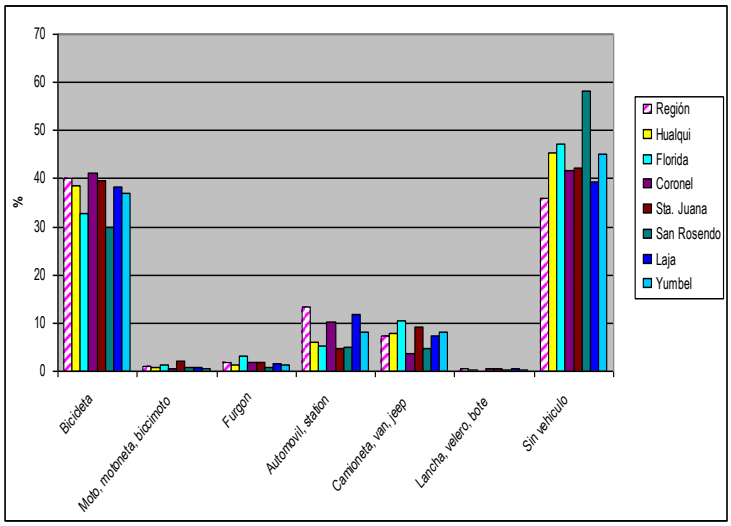
La estadística del Instituto Nacional de Estadísticas, respecto de los vehículos de uso particular en los hogares de las comunas del área en que se desarrollan las alternativas de ubicación del nuevo puente sobre el río Bíobío y sus caminos de conexión, revela en primer lugar, que la media de hogares en que no existe o no se tiene ningún tipo de vehículo (en torno al 40% y más) es mayor a la proporción registrada a nivel regional que bordea el 35%.

En segundo lugar, el tipo de vehículo que más tienen los hogares de la Región y de las comunas involucradas es la bicicleta, aunque a nivel regional es casi más importante la cantidad en términos proporcionales, es necesario destacar, que por lo visto en terreno, el uso de la bicicleta tiene un carácter utilitario como medio de transporte para acercarse a los lugares de trabajo más destacado que lo que puede acontecer en las ciudades más pobladas que combina este uso con el de carácter recreativo, empleado como medio de paseo e implemento deportivo.

Cuadro Nº 2.22 : Vehículos de Uso Particular en Hogares de las Comunas Analizadas, Censo 2002

Localización	Total de hogares	VEHICULOS DE USO PARTICULAR DEL HOGAR						
		Bicicleta	Moto, motoneta, bicimoto	Furgón	Automóvil, station	Camioneta, van, jeep	Lancha, velero, bote	Sin vehículo
Región	503.018	238.273	5.562	10.628	79.923	42.901	3.134	214.010
Hualqui	5.109	2.181	51	67	341	445	19	2.568
Florida	2.882	1.042	38	100	171	333	3	1.503
Coronel	25.622	11.854	181	526	2.965	1.068	139	12.025
Sta. Juana	3.555	1.586	84	78	186	362	16	1.683
San Rosendo	1.085	347	10	9	59	56	3	673
La Laja	6.281	2.789	59	118	865	542	43	2.861
Yumbel	5.837	2.428	38	79	525	528	9	2.953

Figura Nº 2.26 : Porcentajes de Vehículos de Uso Particular en Hogares de las Comunas Analizadas, Censo 2002



Carretas

Aún cuando las carretas no están incorporadas en las tipologías de vehículos considerados por el INE, merecen una especial mención debido al alto uso que se da a este tipo de medios de transporte actualmente en los caminos rurales que conectan las alternativas de puente.

Las carretas en la zona de estudio, se ha constatado en terreno que son tiradas por bueyes, y transportan básicamente leña y forraje para el ganado.

Figura Nº 2.27 : Carreta con leña en acceso a balsadero Monterrey y en Acceso a Curamávida





El eje longitudinal Santa Juana – Monterrey definido por la Ruta O-880, en la ribera poniente del río Bíobío, se caracteriza por un cotidiano uso de carretas de bueyes. En las fotografías anteriores se observan el uso de carretas para cargar botes con leña que atraviesan desde Monterrey a La Laja, así como transporte de alimento concentrado para ganado e incluso transporte de personas.

En la ribera oriente, los caminos locales por los cuales se accede a Llepinhue (Ruta O-60 al Sur de Hualqui), así como a Talcamávida, Estación Buenuraqui y San Rosendo, son también transitados por carretas de bueyes como medio de transporte.

Balsas y botes del río Bíobío

Los botes comúnmente y las balsas más esporádicamente, son medios de transporte y comunicación importantes a la hora de establecer conectividad de menor tiempo y bajo costo entre las riberas del río Bíobío, aunque de comodidad y seguridad muy limitadas. Los puntos donde se ubican actualmente balsaderos corresponden a: Balsadero Curamávida/San Rosendo estación FFCC; y Monterrey ribera poniente frente a La Laja/Laja ribera oriente.

Figura Nº 2.28 : Balsadero en Curamávida – comuna de Santa Juana frente a San Rosendo





Figura Nº 2.29 : Balsadero en Monterrey frente a La Laja



2.4.3 Aspectos Económicos

A continuación se presenta una caracterización de los principales y más destacados, sectores productivos del área del proyecto, que es posible incluso advertir por el uso del territorio tanto de las localidades pobladas agrupadas, como de aquellas entidades de población menor, de carácter eminentemente rural.

Figura Nº 2.30 : Actividades Primarias y Secundarias VIII Región



2.4.3.1 Sector Agro-Forestal

Apoyado en la caracterización del INE sobre Población Económicamente Activa por Rama de Actividad anterior, es posible reconocer que el área de estudio está dominada por la actividad forestal, dada principalmente por las extensiones de plantaciones de

pino radiata e insigne, combinada secundariamente por plantaciones de eucaliptos *(eucaliptus globulus).*

La situación por comuna es la siguiente:

Hualqui

- Grandes plantaciones de pino insigne, radiata y eucaliptos.
- Tradicionalmente, la agricultura de Hualqui fue la producción de cereales (trigo y avenas), leguminosas (porotos y chícharos), forraje para los animales y chacras; que debido a la mala condición de los suelos no tienen un rendimiento muy alto.
- Lo anterior, ha generado la búsqueda de nuevas alternativas, incentivando e invirtiendo en la construcción de invernaderos y la producción de hortalizas (bajo plástico, principalmente tomates; y al aire libre: brócoli, repollos, acelgas, cilantro, espinacas, porotos verdes, maíz y tomates); y flores bajo plástico (claveles y gladiolos).

Florida

- Más de la mitad de la población económicamente activa dedicada a labores agrícolas y forestales de carácter estacional, produciéndose en época invernal un aumento del número de desocupados.
- Se destaca la actividad avícola y avícola en algunos sectores de la comuna, y el cultivo de árboles frutales y viñedos.
- El mal uso del suelo lo ha agotado y empobrecido, y dado que la mayor parte de la población es del área rural, repercute en la economía familiar por la baja producción agrícola.
- Se hace necesario, entonces efectuar una reconversión en términos de aplicación de nuevas tecnologías agrícolas y nuevos cultivos, que permitan mantener una producción todo el año y mejorar los ingresos de las familias.

Coronel

- Grandes extensiones de la comuna de Coronel, en especial, el oriente de la comuna que enfrenta a la ribera poniente del río Bíobío, están plantadas con bosques de pino radiata, insigne y eucaliptos.
- La población empleada en el sector agrícola-forestal, es menor en Coronel a la empleada en el sector industrial y de comercio.

Santa Juana

- La superficie forestal de la comuna es del 68% del total comuna, lo que refleja la alta importancia y predominio de este rubro, sobre la agricultura.
- La agricultura que se desarrolla tiene un bajo nivel de tecnología, es de autoconsumo y venta de excedentes, y los campesinos por tradición se dedican a cultivos de chacra.
- Las condiciones agroclimáticas han permitido el cultivo de maíz y zapallo, aunque puede estar limitado por las bajas temperaturas; también se cultivan algunas hortalizas, fundamentalmente, en huerta casera (repollo, betarraga, brócoli, habas).
- En cuanto a cereales, se cultivan forrajeras anuales y permanentes, avena, cebada forrajera, incluso cervecera y trigo, utilizando las variedades adecuadas.

- En frutales predominan los huertos caseros y se puede desarrollar el cultivo del castaño (doble propósito), manzano, membrillo y cerezo, principalmente.
- El cultivo de la vid para vinificación, se ha establecido en zonas abruptas y suelos con excesiva pendiente, con aplicación de sistemas poco adecuados, que han provocado procesos erosivos.

San Rosendo

- La comuna tiene fuerte presencia de la actividad forestal expresada en amplias extensiones de plantaciones de pino y eucaliptos.
- Se cultivan rubros agrícolas tales como: hortalizas, viñas y patronales, frutales y cereales (trigo y avena, principalmente), llegando a ocupar un bajo nivel de superficie plantada, en relación a una importante presencia del rubro silvoagropecuario.

La Laja

- La superficie forestal de la comuna es del 57% del total comuna, lo que refleja la alta importancia y predominio de este rubro, sobre la agricultura.
- La agricultura que se desarrolla tiene un bajo nivel de tecnología, es de autoconsumo y venta de excedentes, y los campesinos por tradición se dedican a cultivos de chacra.

2.4.3.2 Sector Turismo y Cultura

Como actividad económica de proyección en los territorios pertenecientes al área de estudio, se encuentra el turismo de tipo rural *histórico patrimonial* por una parte asociado a infraestructura y equipamiento de larga data como la iglesia y campanario de Rere o el museo ferroviario de San Rosendo, y *costumbrista* por otra, de mayor representación en todas las entidades pobladas de la zona. Finalmente, y como se sistematiza en el cuadro siguiente, se reconoce un tipo de turismo *agroecológico*, asociado a maneras sustentables de producción agrícola que pueden potenciarse.

Cuadro Nº 2.23 : Modalidades de Turismo a Potenciar en el Área de Estudio

	Modalidad
Turismo	Histórico patrimonial
	Costumbrista
	Agroecológico

Hualqui

En la comuna existe un conjunto de actividades tradicionales de competencia campestre, como elementos culturales destacados que otorgan un importante grado de identidad a la comuna. Entre éstas se destacan el rodeo, las trillas a yegua suelta, caza de conejos, carreras de caballos a la chilena, encuentros de cueca, rayuela, monta de toros.

La fiesta que caracteriza a Hualqui es la Fiesta de la Manzana, que se realiza a mediados de febrero de cada año. Además se realizan ferias artesanales periódicas.

Otras fiesta destacable de la comuna de Hualqui es el Carnaval de Talcamávida, a fines de febrero; actividad de tipo familiar en que se realizan competencias tradicionales y carros alegóricos con representaciones de la historia de Talcamávida. También se celebra la Fiesta de la Mora, en el mes de febrero. En Quilacoya se celebra la Fiesta de la Madera, también durante el mes de febrero.

Florida

La comuna de Florida tiene tres fiestas tradicionales en el año:

Fiesta del Rosario: celebración de carácter religioso en homenaje a la Virgen del Rosario, se realiza todos los años el primer domingo de Octubre. Devotos y peregrinos de diferentes localidades participan de la procesión por las calles de la ciudad.

Rodeo: El Club de Rodeo de Florida organiza todos los años la Fiesta del Rodeo contando con la participación de colleras provenientes de toda la región que se concentran en la Medialuna de la ciudad. Entre las principales actividades realizadas se pueden señalar la domadura, movimientos de riendas y el Gran Champion.

Semana Floridana: Se celebra durante el mes de febrero con una variada y atractiva programación, culminando con una velada artística, coronación de reina y baile oficial. Además, se ofrece carreras a la chilena, Feria del Arte y otras actividades culturales.

La comuna cuenta con la artesanía en greda, y artesanía en tejidos en el sector de Copiulemu, como algunas de sus manifestaciones culturales más destacadas.

Coronel

En la pequeña porción de territorio que corresponde a Coronel asociada al área de estudio, no se identifican hitos turísticos relevantes. Los atractivos turísticos de Coronel se localizan en la ciudad misma que aprovecha su condición de asentamiento costero y de la industria carbonífera.

Santa Juana

Uno de los principales antecedentes culturales de la comuna es el Fuerte de Santa Juana.

Luego de la fundación del Fuerte de Santa Juana, en 1626, el Gobernador Martín de Mujica, lo mandó a ampliar y reparar. En la ampliación fue incluida la construcción de una pequeña iglesia por el lado norte. Alrededor de ella, buscando una mayor protección del lugar, se formó un pequeño pueblo de adobes, que más tarde serviría de base al primitivo pueblo de Santa Juana.

El caserío sufrió en varias ocasiones los ataques de los mapuches a partir de 1655, siendo finalmente restablecido en 1722.

En 1739 el gobernador Manso de Velasco realiza importantes arreglos, pertrechando sus bases para darle mayor resistencia y asegurar las lanchas y balsas que cruzaban

desde el fortín Talcamávida, ubicado en la ribera opuesta. También hizo construir profundos fosos entre el río y la laguna, y aumentó la población del sector para destinar el fuerte a la defensa de la comarca.

En la comuna se celebran diversas festividades tales como la semana de Santa Juana, la Fiesta de San Juan, encuentro de payadores y ferias costumbristas.

San Rosendo

La historia de San Rosendo ha estado vinculada al ferrocarril por lo que resulta inseparable también de su vida cultural. Resulta destacable el recinto de ferrocarriles donde se encuentran la maestranza, la enorme carbonera para las locomotoras a vapor, la Casa de Máquinas, de 1929, con una gran tornamesa y las locomotoras a vapor N°802, N°708 y el pescante PV9001; las tres últimas monumentos nacionales desde 1998.

Existe también un fuerte español, de la época de la Conquista, en el cerro Santa Elena, del cual ahora no quedan mayores vestigios.

La comuna posee, además, una pintoresca iglesia construida en 1903. Frente a ella está la Plaza de Armas, donde hace más de 50 años se celebra el Carnaval de Verano, la segunda y tercera semana de febrero. Esta fiesta cuenta con la presencia de destacados artistas nacionales. Destaca la grabación de un disco compacto con artistas locales llamado “San Rosendo, pueblo de mis recuerdos”.

Actualmente existen grupos de mujeres artesanas de la comuna que fabrican muñecas de género con la figura de Carmela, que aparece en la obra teatral “La Pérgola de las Flores”, e incluso reciben pequeños pedidos del extranjero.

En cuanto a medios de comunicación, San Rosendo cuenta sólo con una radio, que es comunitaria.

Yumbel

El símbolo más importante de la comuna es sin duda San Sebastián, figura católica que concita el interés y la llegada de peregrinos de todas partes de la región y el país. Justamente la festividad de San Sebastián, el 20 de enero, y el “20 chico”, el 20 de marzo, son las actividades más importantes de la comuna.

También se destaca el pueblo de Rere y su arquitectura colonial, donde las Campanas de la Iglesia encierran una rica leyenda y tradición popular.

En la comuna también se pueden apreciar talleres de artesanía en greda, como manifestación cultural. Se une a ello la Feria Campesina que se desarrolla en el mes de Abril y que ha pasado a ser parte de la identidad cultural de Yumbel.

La Laja

La Laja cuenta con la particularidad de estar circundada por los ríos Laja y Bíobío que se transforman en un centro turístico de alto interés. De hecho en el sector del río Laja frente a la Cantera en la salida oriente de la ciudad se disponen balnearios que aprovechan frondosas sombras de árboles en la orilla para picnic y camping.

Inserta en la ciudad se encuentra ubicada la laguna Señoraza, de gran valor paisajístico al interior del área urbana que posee totorales en sus bordes, hábitat de cisnes de

cuello negro, y explanadas de riberas despejadas que permiten el acceso directo al agua. Su costanera se constituye en un lugar agradable para caminatas y paseos familiares.

Estos territorios cuentan con distintos atractivos, que desarrollados pueden generar una oferta turística que atraiga inversiones y visitantes a las comunas. Lamentablemente, la infraestructura deservicios base para la recepción de una demanda turística, se encuentra en una etapa incipiente en la mayor parte de las comunas. Sólo en cuatro de ellas se dispone de alojamiento para visitantes, oferta muy limitada y carente de servicios complementarios. En el ámbito gastronómico, cada comuna se caracteriza por la oferta de gastronomía típica en diferentes épocas del año, la que no necesariamente está relacionada con una infraestructura permanente (existe al menos un restaurante por comuna), pero sí a la realización de ferias y festivales. Existen casos especiales de resaltar como la excelente infraestructura de camping de la comuna de Hualqui, y la gastronomía de Yumbel, Santa Juana y Hualqui.

2.4.3.3 Políticas de Desarrollo Económico – Territorial

Desde el punto de vista del nivel de preinversión en el cual se sitúa el presente proyecto de construcción de un puente sobre el río Bíobío, se estima pertinente conocer las políticas de desarrollo económico – territorial que se han definido los propios territorios afectados de la más pequeña porción del territorio de Coronel Oriente y La Laja, que han trabajado en el contexto de los territorios de planificación coordinados por el Gobierno Regional desde comienzos de la presente década, tiempo en el que se han desarrollado diagnósticos, encuestas, talleres en las propias comunidades locales y que se proyectan y expresan en las siguientes once lineamientos estratégicos con su representación espacial que se observa en la siguiente figura.

a) Mayor densidad de circuitos urbanos: Lo vemos con cierta claridad en las capitales comunales de Florida, Santa Juana, Yumbel (incluyendo localidades como Yumbel Estación y Tomeco), entre otros. En general, es en estas zonas donde hay una cierta centralidad de los flujos económicos comunales. Por lo tanto, las iniciativas deben ir orientadas a fortalecer estos circuitos con iniciativas que busquen evitar las fugas de la demanda a las capitales provinciales fortaleciendo el comercio local, por ejemplo. Otra iniciativa es el desarrollo de plataformas comerciales para los productos agrícolas que se producen a su alrededor (esto es especialmente factible en Santa Juana y Yumbel). Por último, puede ser factible la localización de actividad procesadora de la producción agrícola en Santa Juana, Yumbel o Florida.

b) Procesamiento de la madera: En general, el territorio posee una parte importante de suelo ocupado con pinos. En este sentido, es clave un conjunto de iniciativas que permitan coexistir al territorio con la cadena forestal en especial en su fase silvícola. Lo anterior lo vemos con claridad en las zonas de Santa Juana, Hualqui, La Laja y Florida. Este espacio de iniciativas puede ir desde la pequeña producción, que utiliza la madera (muebles), a incorporar más mano de obra local en la fase de mantención del bosque y explotación.

c) Aprovechar la condición de paso: En general, alrededor de los caminos se producen un conjunto de actividades económicas que en términos relativos tiene un peso importante al interior de cada localidad. Sin embargo, la potencialidad de la "condición de paso" puede ser mucho mayor debido a que se pueden generar "zonas de ventas y producción" de productos agrícolas, articulando un conjunto de cadenas al interior del campo (Talcamávida o Santa Juana).

d) Formación de cadenas agrícolas: Se encuentran un conjunto de unidades de paisaje en el territorio donde es factible estas iniciativas. Entre estas vemos la zona de agricultura clásica en Santa Juana, los enclaves poblacionales de Hualqui, la zona norte de Florida y Yumbel, y la zona de eje ferroviario de la ribera oriente del Bíobío. En general, por el comportamiento de los flujos actuales, donde se observan muy tenues flujos económicos, se puede prever que con transferencia tecnológica y con la organización de ciertos mercados internos es posible construir cadenas agrícolas.

e) Proyecto Turístico eslabonado: En general se identifican dos puntos: i) el centro de Hualqui con un conjunto de piscinas y zonas de camping, y ii) en la zona del Entorno Clásico en Santa Juana (Río Lía). En todos estos puntos vemos un turismo actual que se manifiesta en los circuitos económicos locales, por lo tanto se deja afuera un conjunto de puntos que tienen un potencial turístico, pero que aún no han sido completamente explotados (Rere, San Rosendo, otros). En todos estos es necesario articular un proyecto que eslabone intersectorialmente con la actividad comercial, de servicio, agrícola y transporte. Nuevamente este tipo de iniciativa tiene una dosis claramente territorial.

f) Programa de mejor inserción de la mano de obra: En general se busca mejorar la inserción de la mano de obra en los mercados de peso regional. En el fondo se plantea un círculo virtuoso de: capacitación de la mano de obra local, mejores empleos en los mercados provinciales, mejores salarios, aumento de demanda de las familias locales, aumento de los circuitos económicos locales. En este sentido, se ve el fuerte flujo de mano de obra de Hualqui (poblaciones), de Florida (gente que vive alrededor de la ruta), La Laja, urbano e industrial; y Santa Juana urbano al mercado del Gran Concepción en la actividad comercio, manufactura y servicios.

g) Zonas de acción del Estado Asistencial: El territorio tiene zonas que por la muy baja densidad de los flujos económicos, pocos hogares con una gran distancia entre unos y otros, es muy difícil el tener una política de fomento productivo. Por lo tanto, se debe actuar bajo la lógica asistencial que compense la ausencia de mercado. Para el territorio se encuentra, la zona norte y sur de Hualqui, el macizo forestal de Nahuelbuta Oriente, la zona forestal de San Rosendo.

h) Polo Industrial con posibles eslabonamientos: En este caso encontramos las comunas de Nacimiento y Cabrero donde vemos que la actual configuración de flujos permite pensar en polos de desarrollo donde alrededor de la cadena forestal se conecten un conjunto de nuevas actividades mejorando las competencias tecnológicas en la trama local.

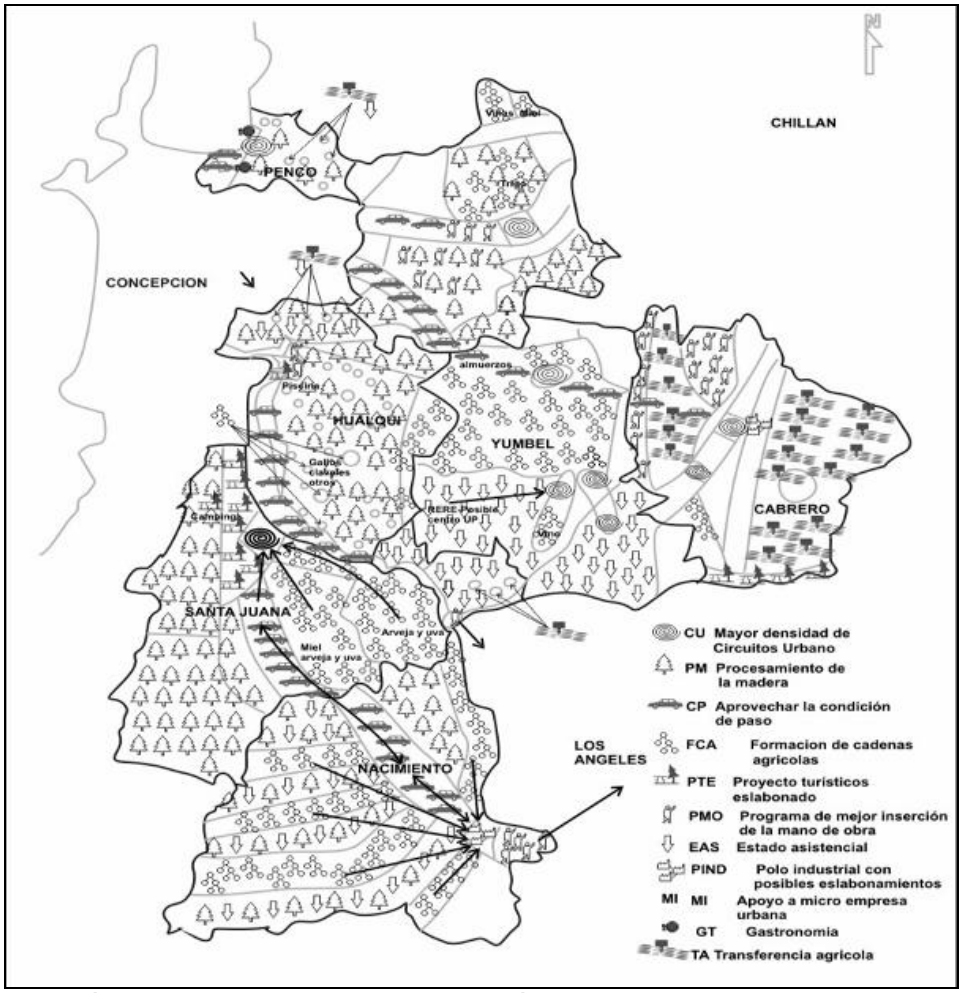
i) Apoyo a la microempresa urbana: Lo anterior se ve con claridad en la parte urbana de Santa Juana y La Laja. En estas zonas se abren espacios para trabajar con los talleres microempresariales orientado a mejoras de productos buscando cubrir la demanda de las familias locales.

j) Desarrollo a la Gastronomía: La que principalmente se desenvuelve en la zona de Hualqui y Santa Juana. En general vemos un primer atisbo de polos que se desarrollan

a partir de un cliente proveniente del Gran Concepción. Podemos actuar mejorando y complementando la actual oferta de servicios.

k) Transferencia agrícola: Por último vemos la transferencia agrícola como una actividad necesaria para la formación de las cadenas. Este tipo de política se puede desarrollar en la comuna de Yumbel. En general en esta zona no vemos alguna producción agrícola que de indicios de "micropolos" de desarrollo.

Figura Nº 2.31 : Expresión Espacial de las Políticas de Desarrollo Económico Territorial



Fuente: Asociación de Municipalidades para el Desarrollo Económico Local

2.4.3.4 Actividad Económica

La caracterización de la economía regional, detallada tipo de actividad, se ilustra en el cuadro adjunto. Desgraciadamente, esta no se encuentra desagregada a nivel comunal, lo que impide apreciar la realidad local. Es posible afirmar, sin embargo, que sólo las actividades Silvo – Agropecuarias están presentes de modo importante en la zona de influencia directa del proyecto (comunas de Hualqui, Yumbel, Santa Juana y San Rosendo). Por el contrario, todas las otras categorías existen en forma exclusiva o fuertemente mayoritaria en la capital regional o en la zona portuaria e industrial inmediata al borde costero. Sólo escapa a lo anterior la planta de celulosa de Laja. Atendiendo a ello, se ha estimado relevante realizar un análisis más detallado de la historia y perspectivas de esta actividad, objetivo del siguiente capítulo.

Cuadro Nº 2.24 : Producto Interno Bruto – Región del Bíobío

	Agro-pecuario-silvícola	Pesca	Minería	Industria Manufac-turera	Electri-cidad, Gas y Agua	Construc-ción	Comercio, Restau-rantes y Hoteles	Transpor-tes y Comunica-ciones	Servicios Financieros y Empresa-riales (1)	Propiedad de Vivienda	Servicios Persona-les (2)	Adminis-tración Pública	Menos: Imputa-ciones Bancarias	Producto Interno Bruto
Millones de pesos 2003														
2003	279315	142190	16790	1726713	256428	349324	246638	415296	357226	251691	641181	219257	-65963	4836088
2004	299325	152644	19774	1893522	265123	330387	248004	431547	376168	257628	685924	230778	-72177	5118647
2005	328400	155285	24420	1978949	304374	446962	262894	449031	400194	265562	699095	237219	-82931	5469454
2006	363064	163674	21308	2022486	332780	431383	274682	463003	421391	273223	722222	241986	-82199	5649004
Incidencia														
2003	5.8%	2.9%	0.3%	35.7%	5.3%	7.2%	5.1%	8.6%	7.4%	5.2%	13.3%	4.5%	-1.4%	100.0%
2004	5.8%	3.0%	0.4%	37.0%	5.2%	6.5%	4.8%	8.4%	7.3%	5.0%	13.4%	4.5%	-1.4%	100.0%
2005	6.0%	2.8%	0.4%	36.2%	5.6%	8.2%	4.8%	8.2%	7.3%	4.9%	12.8%	4.3%	-1.5%	100.0%
2006	6.4%	2.9%	0.4%	35.8%	5.9%	7.6%	4.9%	8.2%	7.5%	4.8%	12.8%	4.3%	-1.5%	100.0%

(1) Incluye servicios financieros, seguros, arriendos de inmuebles y servicios prestados a empresas.

(2) Incluye educación y salud, pública y privada y otros servicios.

(3) Cifras año 2006 son preliminares.

Fte: Banco Central de Chile

2.4.3.5 Análisis Forestal

Atendiendo a la relevancia del sector, que explica del orden del 50% de la carga movilizada por carreteras, se analizan los antecedentes relativos a la actividad forestal en la zona de influencia del proyecto, esto es, en las regiones VIII y IX. Se revisan primero los antecedentes del comportamiento histórico del sector, para luego estimar su potencial de crecimiento.

2.4.3.5.1 Antecedentes Históricos

Para la VIII región del Bíobío, la evolución histórica del sector y su relación con el contexto nacional pueden apreciarse observando la superficie plantada (incluyendo forestación y reforestación) que se presenta a continuación:

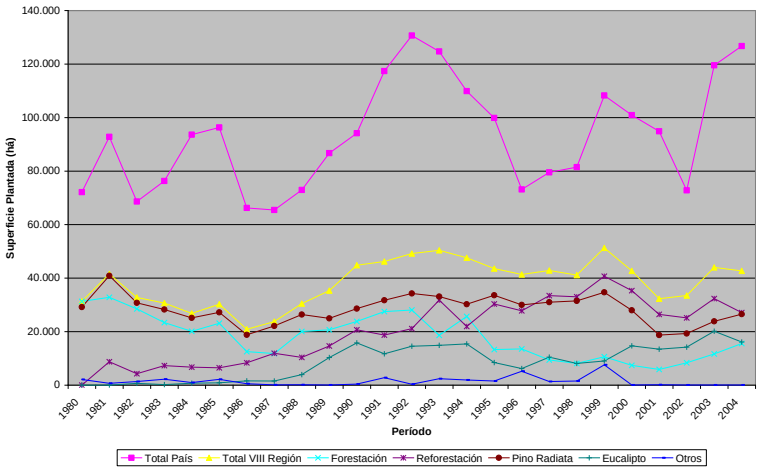
Cuadro Nº 2.25 : Superficie Total Plantada (há), País y Región del Bíobío

Período	País	Región del Bío Bío						Participación Regional (%)
	Total	Total	Fores-tación	Refores-tación	Especies			
					Pino Radiata	Eucalipto	Otros	
1980	72.129	31.306	31.286	-	29.187	-	2.119	43,4
1981	92.782	41.546	32.807	8.739	40.889	-	657	44,8
1982	68.586	32.754	28.495	4.259	30.770	648	1.336	47,8
1983	76.280	30.653	23.352	7.301	28.240	201	2.212	40,2
1984	93.602	26.824	20.112	6.712	25.143	704	977	28,7
1985	96.277	30.206	23.111	6.489	27.188	876	2.142	31,4
1986	66.193	20.863	12.500	8.363	18.785	1.561	518	31,5
1987	65.441	23.729	11.823	11.906	22.122	1.531	76	36,3
1988	72.944	30.446	20.046	10.340	26.378	3.918	149	41,7
1989	86.704	35.329	20.696	14.632	24.954	10.308	67	40,7
1990	94.130	44.795	23.783	20.671	28.612	15.783	400	47,6
1991	117.332	46.191	27.473	18.712	31.736	11.688	2.767	39,4
1992	130.646	49.167	28.058	21.112	34.280	14.561	326	37,6
1993	124.705	50.370	18.614	31.757	33.083	14.894	2.393	40,4
1994	109.885	47.585	25.649	21.935	30.247	15.423	1.915	43,3
1995	99.857	43.583	13.274	30.309	33.601	8.442	1.540	43,6
1996	73.096	41.351	13.551	27.799	29.976	6.198	5.177	56,6
1997	79.484	42.851	9.389	33.462	31.009	10.480	1.362	53,9
1998	81.479	41.120	8.096	33.024	31.476	8.131	1.513	50,5
1999	108.256	51.293	10.601	40.692	34.704	8.998	7.591	47,4
2000	100.878	42.691	7.388	35.302	27.958	14.662	71	42,3
2001	94.855	32.294	5.867	26.427	18.702	13.442	150	34,0
2002	72.805	33.509	8.353	25.156	19.275	14.179	55	46,0
2003	119.496	44.018	11.670	32.348	23.830	20.158	30	36,8
2004	126.728	42.677	15.560	27.117	26.534	16.100	42	33,7

Fuente: Dirección Regional CONAF.

Se observa que, a nivel país, la superficie plantada presenta un carácter cíclico, con un período de repetición de aproximadamente 5 años. A nivel de la octava región, en cambio, el fenómeno se observa en la década del 80, tras el cual el comportamiento se observa más bien errático. La representación gráfica de la misma información, presentada a continuación, permite apreciar mejor este comportamiento.

Figura Nº 2.32 : Evolución de la Superficie Total Plantada a Nivel Regional



De la información anterior se desprende que, en la región del Bíobío, la forestación registra un marcado decrecimiento para recuperarse parcialmente hacia el final del período analizado. En contraste, la reforestación sigue un ciclo inverso.

2.4.3.5.2 Situación Actual

Una segunda fuente de información aporta antecedentes complementarios a los ya entregados, que reflejan mejor la situación actual del sector. De acuerdo al Instituto Forestal (INFOR, Boletín Estadístico N°11, 2005), el PIB Forestal representa actualmente el 3,3% del PIB Nacional. A nivel local, sin embargo, las regiones VIII del Bíobío y IX de la Araucanía registran una importancia relativa del sector mucho mayor, alcanzando a más del 56% de las plantaciones:

Cuadro Nº 2.26 : Incidencia del bosque de la VIII Región en total nacional (2005)

Superficie Has	País	VIII	Incidencia
Bosque Nativo	13 563 821	777 266	5.7%
Plantaciones	2 135 323	797 899	37.4%
Suma	15 699 144	1 575 165	10.0%

Fte: INFOR, Boletín 114 (2006)

Cuadro Nº 2.27 : Incidencia del bosque de la IX Región en total nacional (2004)

Superficie Has	País	IX	Incidencia
Bosque Nativo	13 547 141	908 501	6.7%
Plantaciones	2 078 647	389 946	18.8%
Suma	15 625 788	1 298 447	8.3%

Fte: INFOR, Boletín 107 (2004)

Cuadro Nº 2.28 : Incidencia estimada de VIII y IX regiones en total nacional

Superficie Has	incidencia
Bosque Nativo	12.4%
Plantaciones	56.1%
Suma	18.3%

Fte: Elaboración propia

El volumen físico de la producción forestal y su distribución por regiones puede apreciarse en los siguientes cuadros:

Cuadro Nº 2.29 : Cosecha de madera en troza industrial, 2005(m3)

Macrozona II (VII, VII y IX Regiones) y resto del país					
	VII	VIII	IX	Resto país	Nacional
Pino Radiata	4 632 672	15 138 233	3 523 670	2 434 542	25 729 117
Eucaliptus	247 121	2 969 383	1 117 643	1 612 588	5 946 735
Nativas	8 214	23 320	106 957	510 584	649 075
Otras	27 512	80 964	64 119	159 822	332 417
Total	4 915 519	18 211 900	4 812 389	4 717 536	32 657 344

Fte: Infor, Boletín 111, Cuadro 3.3

Las cifras anteriores confirman la importancia del Sector Forestal en la actividad de la zona de influencia del proyecto, evidenciada ya en la información de cargas transportadas recogida en las encuestas O/D.

2.4.3.5.3 Proyección de la actividad forestal

Se presentan las proyecciones oficiales existentes y una estimación alternativa del crecimiento forestal en la zona de análisis.

La información existente sólo existe a nivel bastante agregado, a un nivel diferente para las distintas especies forestales:

Las estimaciones más cercanas a la zona de influencia del proyecto corresponden al estudio Desarrollo para un Plan de Transporte para la Macrozona Sur (2004), que valida estimación previa reportada anteriormente por el Instituto Forestal (INFOR) en 2002 y en ESTRASUR VII Etapa (1997):

Cuadro Nº 2.30 : Disponibilidad de madera de Eucalipto (m3)

Corte Temporal	IX Región	X Región
2005	1 934 831	738 000
2010	2 304 163	1 789 000
2015	2 400 425	2 605 000

Fte: Desarrollo de un Plan de Transporte para las Regiones IX y X (CIS, 2004)

Cuadro Nº 2.31 : Proyecciones IX - X Región, 2010 (miles m3)

Disponibilidad	Pino		Eucalipto
	aserrable	Pulpable	
Estrasur VII (1997)	4 679	1 060	3 926
INFOR (2002)	4 778	1 089	4 093

Fte: Desarrollo de un Plan de Transporte para las Regiones IX y X (CIS, 2004).
Info. Final Cuadro N°8.14

Como puede apreciarse, estas estimaciones esperaban un crecimiento hasta 2010 y luego una tendencia a estabilizar el la producción desde allí en adelante.

Para efectos de actualizar esta estimación, se recurrió a publicaciones recientes del INFOR. De acuerdo a ellas, y refiriéndose a la disponibilidad futura de madera, se reportan estimaciones quinquenales para la disponibilidad el pino radiata, entre 2003 y 2032, a nivel nacional. Para eucalipto, sin embargo, la misma fuente reporta la proyección de esa disponibilidad por bienios, entre 2003 y 2018, a nivel de Macrozonas. Entre éstas, la Macrozona II comprende las regiones VII, VIII y IX.

Cuadro Nº 2.32 : Disponibilidad futura de madera de Pino Radiata Total País

período		miles m3 al año
2003	2005	24 288
2006	2008	29 233
2009	2011	31 425
2012	2014	31 453
2015	2017	31 453
2018	2020	31 453
2021	2023	31 453
2024	2026	33 538
2027	2029	38 191
2030	2032	38 705

Fte: Infor, Boletín 111, Cuadro 7.1

Cuadro Nº 2.33 : Disponibilidad futura de madera de Eucalipto, por Macrozona

período		MZona II	miles m3/año
			Total país
2003	2004	3 885	4 684
2005	2006	3 678	4 763
2007	2008	3 986	6 791
2009	2010	4 543	7 343
2011	2012	8 665	10 930
2013	2014	10 965	13 978
2015	2016	11 030	14 077
2017	2018	10 787	14 099

Fte: Infor, Boletín 111, Cuadro 7.1

Esta información actualizada, a diferencia de la anteriormente reportada por otras fuentes, sugiere que al crecimiento se mantendría de modo sostenido hasta el 2015, seguido de un período de producción relativamente estable, para luego continuar creciendo a partir de 2023 (al menos en el caso del Pino Radiata).

Para verificar esta hipótesis a nivel de la zona de influencia del proyecto, se desagregó la disponibilidad de acuerdo a la última información disponible de la cosecha de madera en troza antes reportada. Esta se expresó en términos de la incidencia relativa de las regiones de interés (VIII y IX) en el total de la Macrozona y del país, a partir de la información reportada en el Cuadro **Cosecha de madera en troza industrial, 2005 (m3)** anterior:

Cuadro Nº 2.34 : Participación por especies en regiones de la Macrozona II (2005)
Incidencia en la Macrozona

	Región			Total
	VII	VIII	IX	Macrozona II
Pino Radiata	19.9%	65.0%	15.1%	100.0%
Eucaliptus	5.7%	68.5%	25.8%	100.0%
Nativas	5.9%	16.8%	77.2%	100.0%
Otras	15.9%	46.9%	37.1%	100.0%
Total	17.6%	65.2%	17.2%	100.0%

Fte: Elaboración propia

Cuadro Nº 2.35 : Participación por especies en regiones de la Macrozona II (2005)
Incidencia en el país

	Región			Total	Total
	VII	VIII	IX	Macrozona II	País
Pino Radiata	18.0%	58.8%	13.7%	90.5%	100.0%
Eucaliptus	4.2%	49.9%	18.8%	72.9%	100.0%
Nativas	1.3%	3.6%	16.5%	21.3%	100.0%
Otras	8.3%	24.4%	19.3%	51.9%	100.0%
Total	15.1%	55.8%	14.7%	85.6%	100.0%

Fte: Elaboración propia

Con la información de estos cuadros es posible estimar una desagregación de la disponibilidad futura de Pino y Eucalipto, antes reportada, para obtener un crecimiento estimado a nivel de las regiones de interés. De ello dan cuenta los siguientes cuadros.

Cuadro Nº 2.36 : Disponibilidad futura de madera de pino para Regiones VII y IX (miles m3 al año)

período		Total país	MZona II	VIII	IX
2003	2005	24 288	21 990	14 290	3 326
2006	2008	29 233	26 467	17 200	4 004
2009	2011	31 425	28 452	18 490	4 304
2012	2014	31 453	28 477	18 506	4 308
2015	2017	31 453	28 477	18 506	4 308
2018	2020	31 453	28 477	18 506	4 308
2021	2023	31 453	28 477	18 506	4 308
2024	2026	33 538	30 365	19 733	4 593
2027	2029	38 191	34 577	22 470	5 230
2030	2032	38 705	35 043	22 773	5 301

Fte: Infor, Boletín 111 (2005). Cuadro 7.1 para Total País. Cuadro 3.3 para estimación de participación de Macrozona II, regiones VII y IX

Cuadro Nº 2.37 : Disponibilidad futura de madera de eucalipto para Regiones VII y IX (miles m3 al año)

período		Total país	Macrozona II	VIII	IX
2003	2004	4 684	3 885	222	2 662
2005	2006	4 763	3 678	210	2 520
2007	2008	6 791	3 986	227	2 731
2009	2010	7 343	4 543	259	3 112
2011	2012	10 930	8 665	494	5 937
2013	2014	13 978	10 965	625	7 512
2015	2016	14 077	11 030	629	7 557
2017	2018	14 099	10 787	615	7 390

Fte: Infor, Boletín 111 (2005). Cuadro 7.1 para Total País y Macrozona II Cuadro 3.3 para estimación de participación de VII y IX regiones

Con el propósito de obtener una proyección agregada de ambos tipos de madera, se llevaron los mismos valores del cuadro anterior a un esquema anual. La proyección del eucalipto se extrapoló, a partir del 2019 en adelante, con la misma tasa estimada para el Pino.

Cuadro Nº 2.38 : Crecimiento estimado por especie y región de interés

	pino		eucalipto		suma		
	VIII	IX	VIII	IX	VIII	IX	VIII + IX
2003	14 290	3 326	222	2 662	14 512	5 988	20 500
2004	14 290	3 326	222	2 662	14 512	5 988	20 500
2005	14 290	3 326	210	2 520	14 500	5 846	20 346
2006	17 200	4 004	210	2 520	17 410	6 523	23 933
2007	17 200	4 004	227	2 731	17 427	6 734	24 161
2008	17 200	4 004	227	2 731	17 427	6 734	24 161
2009	18 490	4 304	259	3 112	18 749	7 416	26 165
2010	18 490	4 304	259	3 112	18 749	7 416	26 165
2011	18 490	4 304	494	5 937	18 984	10 240	29 224
2012	18 506	4 308	494	5 937	19 000	10 244	29 244
2013	18 506	4 308	625	7 512	19 131	11 820	30 951
2014	18 506	4 308	625	7 512	19 131	11 820	30 951
2015	18 506	4 308	629	7 557	19 135	11 864	30 999
2016	18 506	4 308	629	7 557	19 135	11 864	30 999
2017	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2018	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2019	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2020	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2021	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2022	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2023	18 506	4 308	615	7 390	19 121	11 698	30 819
2024	19 733	4 593	656	7 880	20 389	12 473	32 862
2025	19 733	4 593	656	7 880	20 389	12 473	32 862
2026	19 733	4 593	656	7 880	20 389	12 473	32 862
2027	22 470	5 230	747	8 974	23 217	14 204	37 421
2028	22 470	5 230	747	8 974	23 217	14 204	37 421
2029	22 470	5 230	747	8 974	23 217	14 204	37 421
2030	22 773	5 301	757	9 094	23 530	14 395	37 925
2031	22 773	5 301	757	9 094	23 530	14 395	37 925
2032	22 773	5 301	757	9 094	23 530	14 395	37 925

Fte: Elaboración propia

Esta proyección permite estimar tasas de crecimiento medias en tres períodos, como lo indica el cuadro siguiente, lo que confirmaría una hipótesis de crecimiento alternativa a la hasta ahora conocida para la zona de interés:

Cuadro Nº 2.39 : Disponibilidad futura de madera, trozas pino + eucalipto, miles m3

Tasas anuales medias proyectadas por Región de interés

Período		VIII	IX	VIII + IX
2006	2015	1.06%	6.87%	2.92%
2015	2023	-0.07%	-0.01%	-0.07%
2023	2032	2.33%	2.33%	2.33%

Fuente: Elaboración propia

Como conclusión final del análisis del sector forestal puede establecerse que se espera que este siga creciendo. Este crecimiento no sería constante: seguiría una primera etapa con el ritmo observado en el pasado reciente, entre el 2006 y el 2015 para luego, a partir de este último año y hasta el 2023, estabilizarse. Sólo después del 2023 se reiniciaría un crecimiento, aunque a una tasa menor al ritmo actual equivalente del 2,3% anual.

2.4.3.6 Conclusiones

Como resultado de los antecedentes antes presentados, puede concluirse que el proyecto se emplaza en una zona en que la industria forestal ha reemplazado prácticamente cualquier otra actividad de producción agrícola.

Como consecuencia de ello, el empleo es generado fundamentalmente por esta actividad, cuya demanda es bastante reducida en relación a la explotación agrícola. Ello ha sido causa determinante para la tendencia al gradual despoblamiento observado (y también proyectado), con la excepción de algunos centros poblados cuya actividad se orienta a la prestación de servicios.

Frente a esta realidad, que se expresa claramente en la mayoritaria participación de la carga forestal en el transporte vial, se calibraron modelos de demanda flujo / actividad forestal que se reportan en el capítulo de Demanda. Sin embargo, atendiendo a que no se esperan sino crecimientos marginales o nulos de la producción forestal en la región (1.06 % anual hasta el 2015, -0.07% entre el 2015 y el 2023, 2.33% desde allí en adelante, como se reporta en el Cuadro N°2.39), los crecimientos así obtenidos son también muy bajos.

Sin perjuicio de lo anterior, se calibraron además modelos gravitacionales que permiten estimar crecimiento diferenciales para diferentes pares O/D, particularmente adecuados para estimar flujos generados en el caso de nuevas conexiones. Como se muestra más adelante, los beneficios derivados de este tránsito generado son relevantes, en términos de aportar significativamente a la rentabilidad social del proyecto.

Por otra parte, no se han identificado proyectos específicos importantes que pudiesen activarse con la construcción del puente en estudio. En otros términos, no ha sido posible estimar un cambio singular relevante en la generación de actividad en la zona (como podría ser un yacimiento minero o de hidrocarburos) que pueda derivarse de la nueva conexión entre ambas riberas. Por el contrario, los resultados muestran que el efecto sobre la reasignación de los viajes que actualmente se realizan es más significativo que aquel sobre la generación de actividad.

Atendiendo a que la mayoría de los viajes de carga corresponden al transporte forestal, se espera que los mayores beneficios de la citada reasignación correspondan a ese sector. Tratándose de un sector que genera principalmente productos transables en el mercado internacional, esos beneficios deberían mejorar su competitividad.

Desde la perspectiva de la oferta vial, es necesario establecer que la red actual exhibe mejores condiciones de conectividad en la ribera sur poniente del río Bíobío, esencialmente por la existencia del eje ribereño constituido por la ruta de la madera (pavimentado) y su proyección entre Santa Juana y Balsadero, frente a Laja. Por el contrario, la conexión ribereña por el costado nor oriente, pavimentada hasta Hualqui, continúa sin pavimento sólo hasta Talcamávida, obligando al paso por Rere para acceder desde allí a localidades como Buenuraqui, San Rosendo o Laja.

Esta realidad contribuye a una integración territorial limitada y su consecuente influencia en la falta de oportunidades para el desarrollo de su población. Este elemento, a su vez, representa una oportunidad para lograr un cambio de escenario con la construcción de un puente como el aquí estudiado, particularmente si la red vial complementaria se mejora de modo de que esta nueva conexión desarrolle plenamente su potencial.

2.4.4 Desarrollo Inmobiliario

En el área de estudio se identifican hasta el momento 6 proyectos de desarrollo inmobiliario de relativa importancia debido a su posición respecto a alguna de las alternativas de puente y sus caminos de conexión.

El proyecto más avanzado lo constituye el Loteo del conjunto habitacional “Lomas de Santa Josefina”.

El objetivo del proyecto Lomas de Santa Josefina, consiste en la urbanización del terreno y la construcción de un total de 443 viviendas sociales individuales y 544 condominios de departamentos sociales, completando un total de 4,88 Hectáreas construidas, cuya finalidad será la de dar solución a la demanda habitacional en la comuna de Hualqui.

El Proyecto Lomas de Santa Josefina se ubica al nororiente de la ciudad de Hualqui, Provincia de Concepción, sector colindante con el Cementerio de la ciudad y con el estero El Águila, que lo delimitan por el sur. Se accede desde el Camino El Águila pasando por el costado del cementerio y desde las calles y pasajes existentes en las poblaciones vecinas emplazadas al sur del estero.

El monto de la inversión asciende a US$ 15 millones, y ocupará durante la etapa de construcción 150 personas en mano de obra.
Este proyecto está avanzado, incluso recientemente el 18/08/2008 obtuvo mediante Resolución N°206, la calificación ambiental favorable por parte de la CONAMA Región del Bíobío.

Figura Nº 2.33 : Proyectos de Desarrollo Inmobiliario en Hualqui

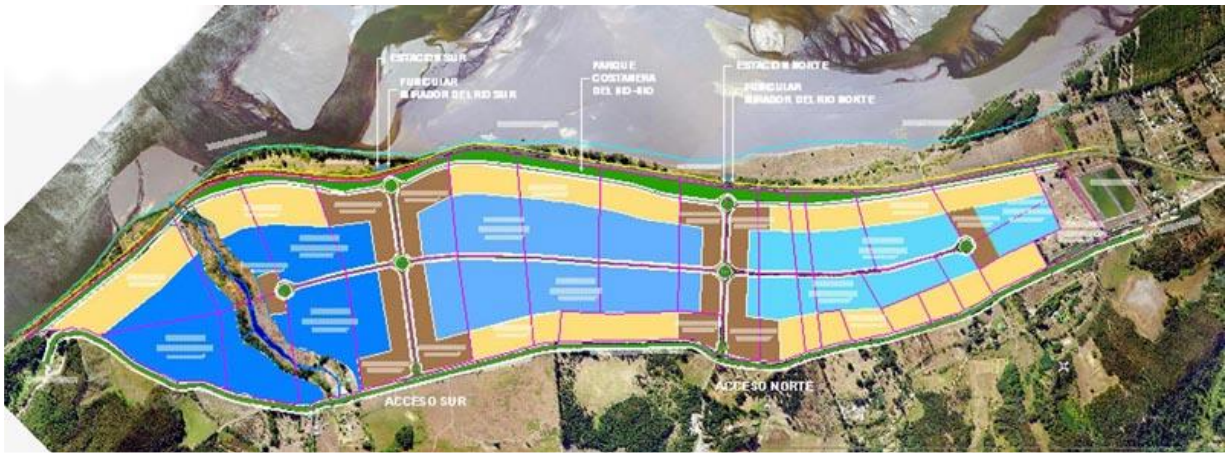


Figura Nº 2.34 : Publicidad Conjunto Residencial Santa Josefina en Hualqui



Otro proyecto corresponde, como se observa en la figura anterior, a nivel de Master Plan a “Alturas de Bíobío”, y que ocupa toda la franja ribereña entre la Ruta O-60 y la ribera oriente del río Bíobío, desde el sur de Hualqui hasta los pies del inicio de la cuesta Quilacoya. Este proyecto contempla un futuro loteo de los fundos Llepinhue, Placilla

Figura Nº 2.35 : Master Plan de Proyecto “Alturas del Bíobío”



Fuente: AFH Arquitectos Asociados.

2.5 Caracterización Territorial

A manera de conclusiones de los puntos anteriores, el presente informe reconoce los siguientes aspectos que constituyen los componentes de la presente Caracterización y que se agrupan en dos ámbitos:

2.5.1 Caracterización Asociada a la Normativa Vigente y en Estudio

El análisis de esta fase de reconocimiento ha corroborado la consideración de dos grupos de grados de incidencia de las comunas involucradas directamente en el Proyecto, Laja, San Rosendo, Santa Juana y Hualqui, y de comunas que se prevé que podrían sólo experimentar efectos e incidencias de las opciones de emplazamiento de el sistema de conexiones asociado al puente y su vialidad pertinente, Coronel, Chiguayante, Concepción y Yumbel.

Todas las comunas poseen normativa semejante, a excepción de Concepción, que plantean zonas urbanas consolidadas y, eventualmente, zonas de expansión, ambas dentro del límite urbano, y zonas productivas o de explotación territorial, tanto dentro como fuera del límite urbano

La Normativa plantea una frontera entre lo urbano y lo extra urbano o rural, dada por el límite urbano, que es una abstracción administrativa que en la casi totalidad de la normativa comunal vigente no tiene ancho y que en la normativa comunal en estudio incorpora una banda para acoger la expansión urbana.

La normativa vigente posee un esquema claramente concentrado en los emplazamientos urbanos, los que están centrados en si mismos y asociados a la condición de cabecera comunal, lo que se traduce en una gran cantidad de territorios comunales sin planificar y, a su vez, se traduce en un vacío de regulación que sólo compensa el PRMC con normas bastante generales.

En ese contexto se desarrollarán las opciones de localización del Puente, cuyo proceso será mas corto que el plazo en que la normativa vigente sea reemplazada por la que actualmente está en estudio.

Una mínima parte de la normativa en estudio posee un esquema que se plantea una planificación del total del territorio comunal y tiende a desconcentrar a la cabecera comunal, lo que se traduce en la existencia aún en el escenario de que ésta reemplace a la vigente, en una gran cantidad de territorios comunales sin planificar, regulados sólo por el PRMC.

En general, las comunas de involucradas directamente en el Proyecto, es decir, Laja, San Rosendo, Santa Juana y Hualqui concentran su cabecera y su radio urbano en alguna ribera del Río Bíobío, aún cuando no se acceda a ellas por él.

La normativa en estudio de estas comunas consideradas de directa influencia plantea distintos grados de acogimiento de variables de uso de suelo y vialidad de escala intercomunal o metropolitana:

En ese contexto, en relación a las opciones de ubicación del puente en cuestión, es la Comuna de Hualqui la presenta en su normativa en estudio las mejores condiciones para acoger y potenciar un emplazamiento del puente y su sistema de conexiones viales, por la concepción más territorial de normativa, de mayor proyección comunal y metropolitana, la que incluso incorpora tres opciones de localización de puentes, siendo las de mayor beneficio comunal la del Puente Carretero, al sur del área urbana de Hualqui, y la del Puente Santa Juana, al norte del área urbana de Talcamávida.

La Comuna de Santa Juana es la que en segundo orden presenta en su normativa en estudio óptimas condiciones para acoger y potenciar un emplazamiento del puente y su sistema de conexiones viales, por la concepción de mayor proyección comunal y metropolitana, la que incorpora la opción de localización del Puente Santa Juana, al sur de su área urbana y al norte de la de Talcamávida.

Por lo anterior, la opción más respaldada y promovida por la normativa, es la del puente localizado en la ubicación que el PRMC plantea bajo la denominación de “Puente Santa Juana”, emplazado al norte del área urbana de Talcamávida y al sur del área urbana de Santa Juana, dado que integra a las dos comunas con mejores planteamientos normativos relativos al tema, tanto en lo referente a localización como a capacidad de respuesta a las variables de uso de suelo y vialidad.

En segundo término, la opción planteada por el PRC de Hualqui, bajo la denominación de “Puente Urbano”, emplazado al norte del área urbana de Hualqui, ofrece buenas posibilidades, dado que integra a Comuna de Hualqui , que posee los mejores planteamientos normativos relativos al tema, tanto en lo referente a localización como a capacidad de respuesta a las variables de uso de suelo y vialidad, con la Comuna de Coronel, cuyo PRC en estudio plantea también una apropiada respuesta a las variables de uso de suelo y vialidad de escala metropolitana.

Así, la opción con menor acogimiento de los aspectos normativos relativos al tema es la planteada en la Comuna de Laja, dado que, en primer término no es respaldada ni promovida por su normativa, y, en segundo lugar, sus planteamientos normativos

relativos al tema, tanto en lo referente a localización como a capacidad de respuesta a las variables de uso de suelo y vialidad no están dirigidos a acoger demandas de una escala superior a la comunal.

Las comunas consideradas de incidencia indirecta, es decir, Coronel, Chiguayante, Concepción y Yumbel son aquellas en las cuales el proyecto se emplaza sólo a nivel de caminos de conexión, los cuales se localizan en áreas extra urbanas, sin afectar en lo fundamental a las zonas urbanas de la comuna y no plateando mayor impacto directo en esos territorios o, bien, las afectan en términos de establecer nuevas condiciones de accesibilidad y/o conectividad a sus realidades comunales.

2.5.2 Caracterización Asociada a las Imágenes Objetivo Comunales

Respecto de los aspectos constatados en las imágenes-objetivo comunales, ya sea contenidas en forma subliminal en la normativa existente, vigente o en estudio, como derivadas de las interacciones de su soporte físico-espacial, en aspectos como su morfología urbana, predial y de imagen, y su soporte socio-funcional, en aspectos como su dinámica evolutiva urbana, sus usos de suelo y su actividad peatonal, se pueden señalar los siguientes aspectos:

La Comuna de Laja posee una imagen objetivo asociada a su condición de ciudad autónoma, en sí misma, con identidad e historia propia, que no reconoce mayores destinos comunes con otras comunas vecinas, ni siquiera con su comuna hermana, San Rosendo. Una suerte de isla junto al río, un modo terminal de un sistema que se asocia más a la Ruta 5 y al sistema de Yumbel y Los Ángeles. Se caracteriza, además, por una estructura territorial que privilegia una cabecera comunal completamente excéntrica respecto de su territorio, emplazada junto al río y que le da identidad a todo el territorio comunal.

.La Comuna de San Rosendo posee también una imagen objetivo asociada a su condición de ciudad autónoma, en sí misma, con su identidad e historia propia asociada a lo ferroviario, que vive un mayor aislamiento aún y no reconoce destinos comunes con otras comunas vecinas, y tampoco con su comuna hermana, Laja. Una verdadera isla junto al río, un modo terminal de un sistema que se asocia sólo a través de Laja, a la Ruta 5 y a Los Ángeles y, por cercanía, a Yumbel. Se caracteriza, también, por una estructura territorial que privilegia una cabecera comunal completamente excéntrica respecto de su territorio, emplazada junto al río y que le da identidad a todo el territorio comunal.

Ambas ciudades en su identidad son como las dos caras de un mismo espejo, que se enfrentan pero que sólo se ven reflejadas a si mismas.

La Comuna de Santa Juana posee una imagen objetivo asociada a una condición de ciudad emplazada junto al río, asumiendo, por tanto, una forma lineal, autónoma, en sí misma, con identidad más que historia propia, que no reconoce mayores destinos comunes con otras comunas vecinas, aún cuando se integra expeditamente al sistema metropolitano, conectándose en forma directa y fundamental con la ciudad de Concepción. Se caracteriza, además, por una estructura territorial que privilegia una

cabecera comunal excéntrica respecto de su territorio en sentido oriente-poniente, pero concéntrica en sentido norte-sur, emplazada junto al río, dominando la orilla poniente del Bíobío, y que le da identidad a todo el territorio comunal.

La Comuna de Hualqui posee una imagen objetivo asociada a una condición de ciudad emplazada junto al río, cuya cabecera urbana se emplaza en un recodo del mismo, asumiendo, por tanto, una forma semicircular, abierta al río, que forma parte de un sistema ribereño, constituido, además por otras entidades urbanas (Talcamávida, Unihue y Quilacoya) que abren todo el territorio comunal y lo asocian al Bíobío. Es una comuna, desde su inicio, asociada al río, del cual a menudo ha recibido mucho más impacto que beneficios, y a su distancia y condición satelital respecto de la ciudad de Concepción de la cual siempre ha dependido, probablemente hasta hoy, en que la implementación de un puente podría abrir nuevas opciones de desarrollo comunal. Se integra expeditamente al sistema metropolitano, conectándose en forma directa y fundamental con la ciudad de Concepción. Se caracteriza, además, por una estructura territorial que más que privilegiar una cabecera comunal excéntrica respecto de su territorio, cuyo emplazamiento físicamente efectivamente lo está, conforma un sistema lineal junto al río dominando la orilla oriente del Bíobío, lo que le da identidad a todo el territorio comunal.

La Comuna de Coronel posee una imagen objetivo asociada a una condición de ciudad puerto emplazada junto al mar, centrada en él y mirando en su dirección, asumiendo, por tanto, una forma que sigue la línea de la costa. Por ello su identidad no posee mayores referencias o relaciones con el borde y el sistema ribereño del Bíobío. En ese sentido su cabecera urbana comunal es completamente excéntrica respecto de su territorio en sentido oriente-poniente, pero concéntrica en sentido norte-sur, viviendo más en función del mar, que emplazada junto al río. Depende fuertemente del sistema metropolitano, conectándose en forma directa y fundamental con la ciudad de Concepción y, en menor grado con San Pedro de la Paz.

La Comuna de Chiguayante posee una imagen objetivo asociada a una condición de ciudad emplazada junto al río, asumiendo, por tanto, una forma lineal, que se integra expeditamente al sistema metropolitano, conectándose en forma directa y fundamental con la ciudad de Concepción. Se caracteriza, además, por una estructura territorial completamente urbana y consolidada que ocupa casi la totalidad de su territorio, emplazada junto al río, dominando la orilla oriente del Bíobío, lo que le da identidad a todo su territorio comunal.

La Comuna de Concepción posee una imagen objetivo asociada a su condición de cabecera regional y metropolitana, concentradora de todas las demandas de gran escala del sistema metropolitano, expresadas en flujos de transporte y en concentración de servicios y de equipamiento de todo tipo. Vive fundamentalmente centrada en su relación con el río, especialmente desde que se inició la recuperación de la ribera norte del Bíobío. Asume todas las variables del sistema metropolitano y se caracteriza por una estructura territorial completamente urbana y consolidada que ocupa casi la totalidad de su territorio, emplazada entre los ríos Bíobío y Andalién, pero referida substancialmente al primero.

La Comuna de Yumbel posee una imagen objetivo completamente asociada a su condición de cabecera comunal, de ciudad de servicios de su entorno territorial

comunal, de fuerte condición rural. Concentradora de las demandas comunales vive fundamentalmente centrada en su interioridad territorial, sin relación con el Río Bíobío.

Desde el punto de vista de las imágenes objetivo comunales, todas las comunas antes señaladas como involucradas directamente en el Proyecto, es decir, Laja, San Rosendo, Santa Juana y Hualqui, debieran ser una buena opción para la localización del nuevo puente, dado que sus orígenes están asociados al Río Bíobío.

Sin embargo, desde la perspectiva de las imágenes–objetivo percibidas y antes reseñadas, son Hualqui y Santa Juana, las que más relacionadas e involucradas están con el río, constituyendo además una suerte de dos sistemas consolidados y potentes, en términos de construir sus bordes ribereños, enfrentados pero no conectados en la actualidad, lo que podría abrir una gran opción de desarrollo para toda el área en el escenario de ser vinculados a través del nuevo puente.

Lo anterior privilegiando más bien la conexión directa entre Santa Juana y Talcamávida, que la opción del “Puente Carretero”, dado que tendería a la consolidación y desarrollo especialmente del borde ribereño de la Comuna de Hualqui, de grandes disponibilidades y potenciales.

3 ESTUDIOS DE BASE

3. ESTUDIOS DE BASE

3.1 Medición de Flujos Vehiculares Temporada Normal

3.1.1 Trabajo de Campo

Las mediciones de flujos vehiculares realizadas por el Consultor consisten en Mediciones Continuas de flujos clasificados de tránsito, realizadas en 12 horas para 5 puntos de control y de 24 horas en 2 punto de control. Estas mediciones se realizaron en tres días (un laboral, un sábado y un día domingo) de temporada normal.

De tal forma los días Sábado 5, Domingo 6 y martes 8 de julio del año 2008 se efectuaron los levantamientos de la información requerida, la cual se detalla a continuación.

Medición Continua 24 horas

Las mediciones continuas de flujo vehicular de 24 horas se realizaron en dos puntos de control correspondiente a:

- PC01, Ruta La Madera - Santa Juana
- PC07, Ruta O - 20 en Puente Perales

Medición Continua 12 horas

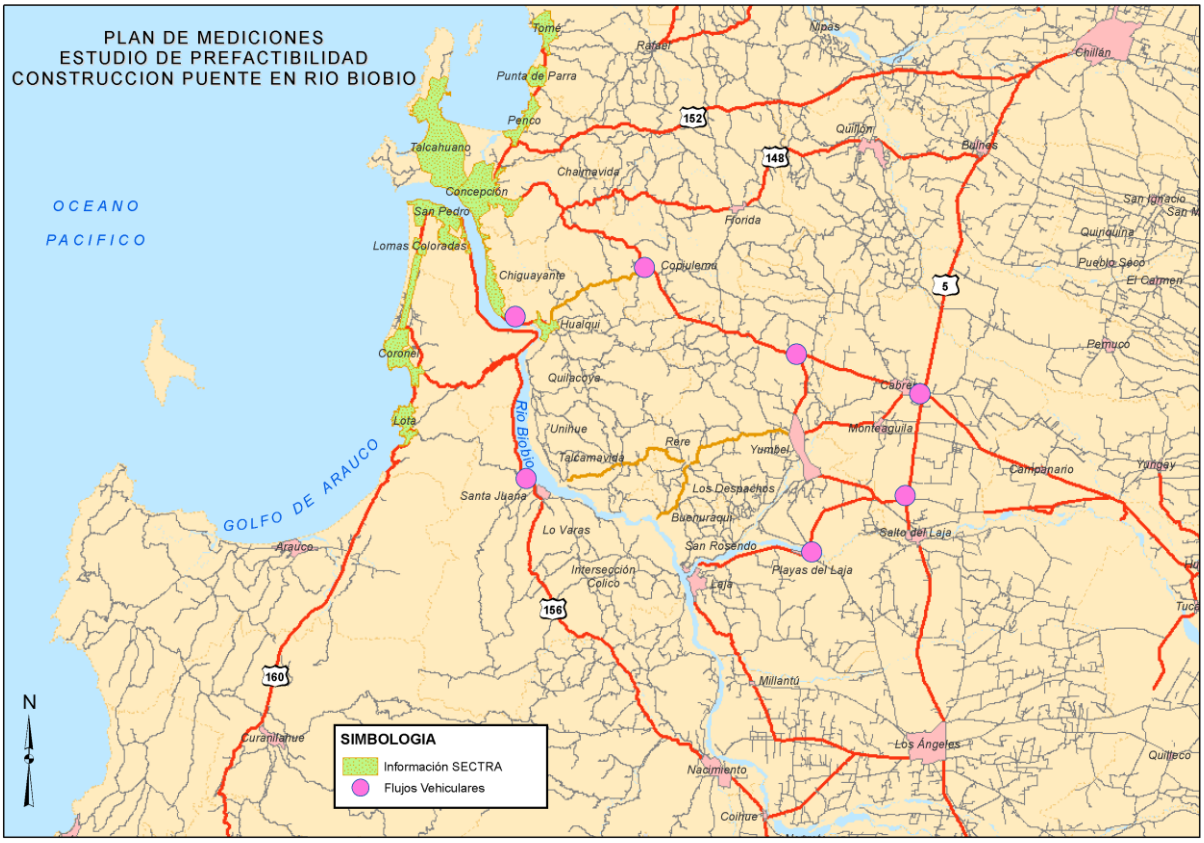
Las mediciones continuas de flujo vehicular de 12 horas se realizaron en cinco puntos de control correspondiente a:

- PC02, Ruta O - 60 Tramo Chiguayante – Hualqui
- PC03, Ruta O - 50 Sector Copiulemu
- PC04, Ruta O - 50 / Bif Yumbel
- PC05, Ruta O - 50 / Ruta 5
- PC06, Ruta O - 20 / Ruta 5

El lapso de medición realizado corresponde a 12 horas continuas desde las 7:00 a 19:00 del día seleccionado.

En la figura siguiente se ilustra la ubicación de los puntos de control.

Figura Nº 3.1 : Plano de Ubicación Mediciones Flujos Vehiculares

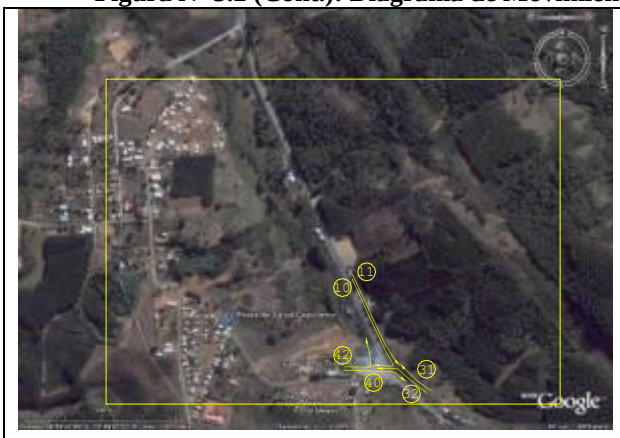


La configuración de los movimientos levantados se presenta en la figura siguiente.

Figura Nº 3.2 : Diagrama de Movimientos de Mediciones Flujos Vehiculares

	
PC01 Ruta La Madera - Santa Juana	PC02 Ruta O - 60 Chiguayante – Hualqui

Figura Nº 3.2 (Cont.): Diagrama de Movimientos de Mediciones Flujos Vehiculares



PC03 Ruta O - 50 Sector Copiulemu



PC04 Ruta O - 50 / Bif Yumbel



PC05 Ruta O - 50 / Ruta 5



PC06 Ruta O - 20 / Ruta 5



PC07 Ruta O - 20 / Puente Perales

La clasificación de vehículos utilizada distingue las siguientes categorías:

- Automóvil – Jeep - Van
- Camioneta
- Taxi colectivo
- Camión dos Ejes
- Camión tres Ejes
- Camión Remolque
- Camión Semi-Remolque
- Buses y Taxibuses
- Bus Interurbano
- Motos y Bicicletas

Una vez revisados los datos de campo por el supervisor correspondiente, los datos de los formularios de terreno fueron digitados directamente en una planilla de cálculo, programada de manera tal que valida y efectúa el cálculo de vehículos equivalentes. Cada movimiento medido queda grabado en una hoja individual.

En los cuadros siguientes se muestra un resumen con el flujo total medido por movimiento y tipo de día para cada punto de control.

Cuadro Nº 3.1: Resumen Flujos Vehiculares Día Laboral Temporada Normal

		MOV										
PC	Hora	10	11	12	21	30	31	32	40	41	42	Total
1	0		8	7	6	5	6					32
	1		5	4	4	4	4					21
	2		6	5	6	4	7					28
	3		5	6	5	4	5					25
	4		6	5	7	4	7					29
	5		12	4	5	5	6					32
	6		23	9	28	5	11					76
	7		26	33	48	5	15					127
	8		24	36	49	7	18					134
	9		44	40	38	8	16					146
	10		50	29	36	8	15					138
	11		36	31	29	4	20					120
	12		36	29	39	9	20					133
	13		37	33	42	5	11					128
	14		26	33	38	6	27					130
	15		20	39	35	8	43					145
	16		44	40	62	6	38					190
	17		31	46	48	7	65					197
	18		53	62	58	10	53					236
	19		66	90	59	5	40					260
	20		28	32	13	5	10					88
	21		13	25	18	5	12					73
	22		11	11	11	5	9					47
	23		12	11	8	4	9					44
2	7		50				166					216
	8		111				123					234
	9		97				92					189
	10		93				120					213
	11		107				90					197
	12		108				87					195
	13		107				99					206
	14		113				107					220
	15		105				85					190
	16		106				101					207
	17		109				140					249
	18		115				126					241
3	7	5	99				94	6	6	6		216
	8	5	179				137	9	5	6		341
	9	5	159				118	6	7	6		301
	10	4	162				129	6	5	5		311
	11	5	171				141	4	9	6		336
	12	5	141				129	5	6	5		291
	13	4	132				136	6	7	4		289
	14	5	136				150	7	5	4		307
	15	6	156				151	8	11	6		338
	16	7	150				173	6	4	11		351
	17	6	126				207	6	8	5		358
	18	4	133				191	9	7	4		348
4	7	48	73				99	7	9	13		249
	8	28	144				113	11	8	21		325
	9	36	136				118	12	10	28		340
	10	29	144				115	12	9	22		331
	11	33	136				113	7	9	17		315
	12	36	112				146	10	8	27		339
	13	26	104				119	7	10	25		291
	14	24	131				151	7	11	30		354
	15	21	131				129	9	5	31		326
	16	29	135				168	11	14	30		387
	17	22	136				197	15	13	33		416
	18	26	126				165	9	9	32		367

		MOV										
PC	Hora	10	11	12	21	30	31	32	40	41	42	Total
7	0		12				14					26
	1		15				13					28
	2		9				12					21
	3		14				9					23
	4		12				5					17
	5		9				10					19
	6		23				13					36
	7		17				53					70
	8		19				42					61
	9		35				22					57
	10		37				34					71
	11		46				35					81
	12		41				42					83
	13		35				37					72
	14		42				53					95
	15		52				42					94
	16		43				38					81
	17		42				35					77
	18		47				35					82
	19		41				31					72
	20		34				30					64
	21		38				16					54
	22		10				15					25
	23		22				21					43
5	7	40			64			59	78	57	16	314
	8	27			96			138	97	55	33	446
	9	19			82			79	114	55	20	369
	10	19			47			80	101	66	27	340
	11	19			82			64	103	68	35	371
	12	18			104			90	94	69	29	404
	13	17			124			84	96	76	27	424
	14	12			79			87	79	74	39	370
	15	15			72			117	110	64	41	419
	16	17			108			123	93	58	51	450
	17	23			123			104	137	81	38	506
	18	23			144			122	107	49	50	495
6	7	14			6			27	17	9	13	86
	8	21			5			40	32	7	20	125
	9	17			7			29	27	6	15	101
	10	16			8			30	15	6	14	89
	11	8			7			30	25	6	18	94
	12	13			6			35	27	5	15	101
	13	13			7			36	21	7	12	96
	14	11			8			34	29	10	32	124
	15	14			9			37	33	7	25	125
	16	12			7			26	38	7	31	121
	17	15			7			36	51	5	19	133
	18	20			15			22	27	10	20	114

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 3.2: Resumen Flujos Vehiculares Día Sábado Temporada Normal

		MOV										
PC	Hora	10	11	12	21	30	31	32	40	41	42	Total
1	0		13	14	18	4	8					57
	1		10	17	10	5	8					50
	2		7	8	6	5	7					33
	3		5	11	8	5	6					35
	4		5	7	7	4	5					28
	5		12	8	11	7	10					48
	6		16	15	8	5	21					65
	7		16	11	8	7	29					71
	8		24	18	20	5	13					80
	9		19	19	44	7	19					108
	10		42	19	40	6	26					133
	11		49	37	37	5	29					157
	12		26	42	37	5	27					137
	13		23	32	31	6	28					120
	14		37	29	31	6	21					124
	15		45	43	31	7	26					152
	16		40	35	34	6	36					151
	17		42	45	44	7	40					178
	18		16	26	40	4	30					116
	19		7	12	17	5	33					74
	20		10	10	19	5	17					61
	21		7	20	17	7	14					65
	22		5	14	17	5	13					54
	23		10	15	15	7	14					61
2	7		28				72					100
	8		47				91					138
	9		57				83					140
	10		81				104					185
	11		86				108					194
	12		103				83					186
	13		128				71					199
	14		107				93					200
	15		132				103					235
	16		141				86					227
	17		132				102					234
	18		118				105					223
3	7	5	92				65	4	4	4		174
	8	5	87				133	11	11	6		253
	9	6	96				114	5	5	9		235
	10	5	144				114	4	4	8		279
	11	5	126				159	6	6	5		307
	12	8	167				127	4	4	6		316
	13	10	155				147	5	5	7		329
	14	7	145				126	5	7	10		300
	15	5	143				123	4	5	5		285
	16	6	142				140	5	5	6		304
	17	6	128				147	5	7	7		300
	18	8	105				99	5	5	7		229
4	7	9	81				79	6	7	10		192
	8	18	92				98	7	7	18		240
	9	17	77				102	7	9	27		239
	10	22	80				102	7	9	21		241
	11	39	110				130	12	9	25		325
	12	33	112				111	15	10	24		305
	13	34	107				126	12	12	33		324
	14	30	114				88	10	10	26		278
	15	35	109				112	6	9	16		287
	16	31	71				95	7	10	25		239
	17	45	89				107	8	8	37		294
	18	38	111				99	6	15	49		318

		MOV										
PC	Hora	10	11	12	21	30	31	32	40	41	42	Total
7	0		23				22					45
	1		19				14					33
	2		14				13					27
	3		14				10					24
	4		12				10					22
	5		12				8					20
	6		15				9					24
	7		14				35					49
	8		21				27					48
	9		25				30					55
	10		18				32					50
	11		18				42					60
	12		34				29					63
	13		48				31					79
	14		40				34					74
	15		38				32					70
	16		30				34					64
	17		40				29					69
	18		29				21					50
	19		29				26					55
	20		15				19					34
	21		18				16					34
	22		4				13					17
	23		7				9					16
5	7	37			41			39	37	60	26	240
	8	111			111			110	68	78	31	509
	9	61			77			78	66	54	26	362
	10	47			109			81	83	62	33	415
	11	38			110			86	87	85	27	433
	12	35			114			87	72	80	27	415
	13	43			100			89	117	69	36	454
	14	40			82			79	100	84	41	426
	15	21			78			96	109	75	26	405
	16	39			83			104	126	80	24	456
	17	43			96			78	85	81	34	417
	18	36			52			47	65	59	15	274
6	7	13			7			27	12	20	14	93
	8	10			8			29	13	10	18	88
	9	11			8			24	17	12	19	91
	10	17			8			27	19	6	19	96
	11	13			6			26	32	11	22	110
	12	11			7			25	19	7	16	85
	13	8			5			30	19	7	9	78
	14	7			7			28	14	5	13	74
	15	10			7			29	23	8	14	91
	16	12			9			27	26	8	17	99
	17	12			8			24	23	8	15	90
	18	8			7			20	19	8	13	75

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 3.3: Resumen Flujos Vehiculares Día Domingo Temporada Normal

PC	Hora	MOV 10	11	12	21	30	31	32	40	41	42	Total
1	0		6	13	10	5	11					45
	1		8	6	8	4	8					34
	2		7	5	7	6	8					33
	3		6	6	11	5	7					35
	4		6	8	9	5	8					36
	5		7	7	11	6	9					40
	6		10	9	13	5	7					44
	7		13	20	10	5	11					59
	8		10	18	14	4	11					57
	9		24	20	25	7	12					88
	10		20	30	29	5	13					97
	11		28	41	25	7	16					117
	12		26	23	33	7	13					102
	13		30	32	46	5	19					132
	14		15	26	28	9	20					98
	15		25	45	39	10	30					149
	16		26	38	33	10	31					138
	17		42	31	44	13	57					187
	18		22	37	55	15	61					190
	19		24	25	30	8	44					131
	20		26	28	32	5	28					119
	21		21	28	20	7	15					91
	22		32	20	19	6	13					90
	23		12	11	12	7	14					56
2	7		32				43					75
	8		35				48					83
	9		46				66					112
	10		66				67					133
	11		86				92					178
	12		94				83					177
	13		110				93					203
	14		105				63					168
	15		106				95					201
	16		135				113					248
	17		111				131					242
	18		84				125					209
3	7	4	40				23	4	4	4		79
	8	5	45				24	5	6	6		91
	9	6	53				39	6	7	5		116
	10	6	58				47	6	6	5		128
	11	7	106				71	4	7	4		199
	12	5	80				86	7	7	7		192
	13	6	75				89	5	7	4		186
	14	6	67				94	5	6	6		184
	15	8	73				88	5	8	6		188
	16	7	101				134	5	4	6		257
	17	7	134				181	4	5	13		344
	18	7	119				156	5	7	6		300
4	7	11	42				26	7	4	6		96
	8	20	21				22	9	5	7		84
	9	17	27				24	7	7	12		94
	10	19	43				46	12	6	15		141
	11	33	59				55	11	11	22		191
	12	32	51				65	10	9	31		198
	13	25	58				62	9	11	32		197
	14	20	47				45	8	10	22		152
	15	20	55				54	7	11	34		181
	16	31	44				87	6	8	43		219
	17	33	105				136	7	9	49		339
	18	25	73				105	5	6	47		261

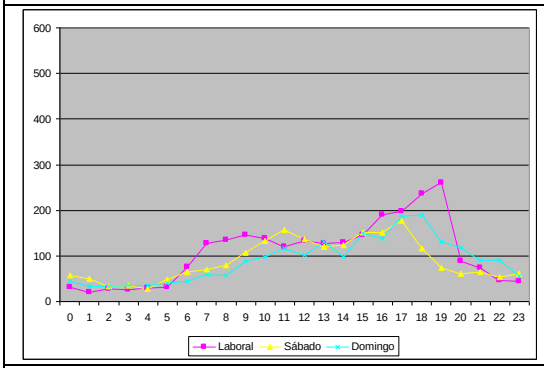
PC	Hora	MOV 10	11	12	21	30	31	32	40	41	42	Total
7	0		8				9					17
	1		6				12					18
	2		5				13					18
	3		7									7
	4		6									6
	5		5				6					11
	6		5				7					12
	7		12				7					19
	8		16				11					27
	9		11				10					21
	10		24				20					44
	11		16				15					31
	12		18				17					35
	13		29				25					54
	14		18				19					37
	15		19				33					52
	16		30				38					68
	17		37				25					62
	18		37				30					67
	19		33				23					56
	20		26				26					52
	21		27				19					46
	22		11				12					23
	23		19				23					42
5	7	22			21			14	37	10	4	108
	8	11			24			19	68	34	9	165
	9	12			27			32	66	33	18	188
	10	9			31			40	83	42	18	223
	11	12			39			40	87	38	24	240
	12	11			52			36	72	44	19	234
	13	15			73			44	117	50	16	315
	14	25			63			42	100	46	20	296
	15	29			85			78	109	51	18	370
	16	13			85			80	126	43	19	366
	17	14			83			82	85	48	22	334
	18	14			71			60	58	49	22	274
6	7	8			6			14	5	6	11	50
	8	19			7			15	6	6	8	61
	9	10			5			19	7	8	7	56
	10	10			8			23	10	5	9	65
	11	9			7			21	12	6	10	65
	12	8			6			20	20	6	12	72
	13	7			4			20	11	6	16	64
	14	9			5			23	24	5	11	77
	15	9			7			16	16	5	7	60
	16	9			5			26	22	6	8	76
	17	6			7			21	16	6	9	65
	18	8			6			14	6	6	10	50

Fuente: Elaboración Propia

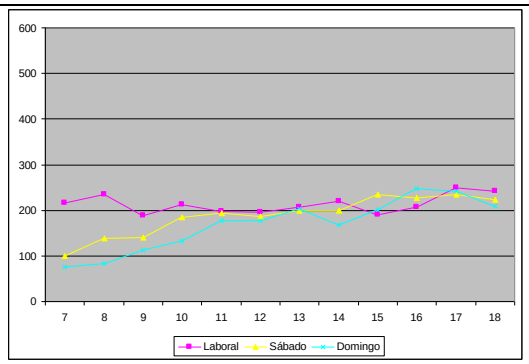
En las figuras siguientes se presentan los flujos totales en vehículos reales por hora para cada punto de control, así como para los vehículos privados, transporte público y camiones.

Figura Nº 3.3 : Gráficos Flujo Total Temporada Normal

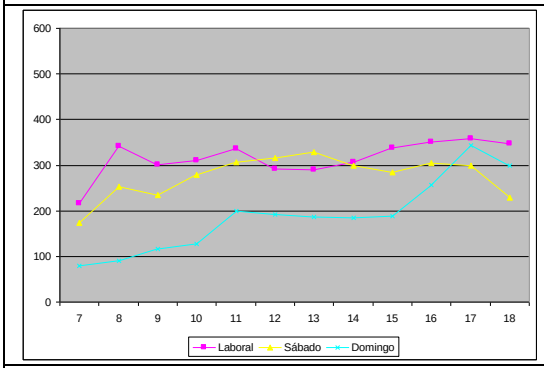
PC01



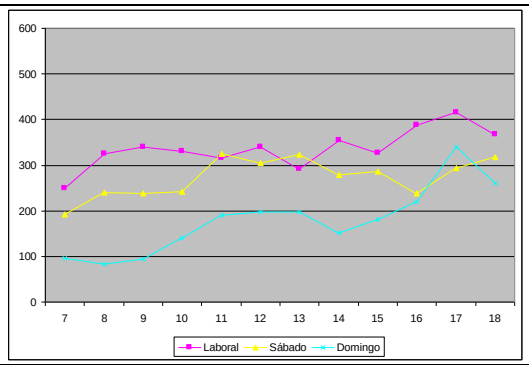
PC02



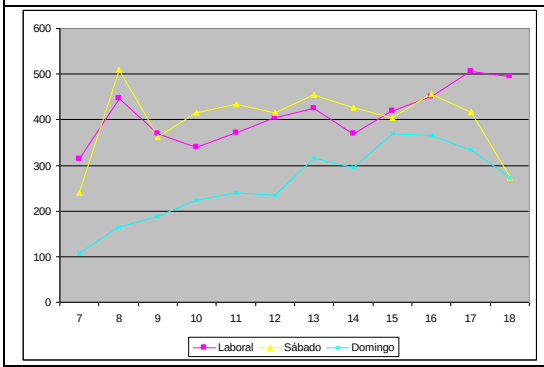
PC03



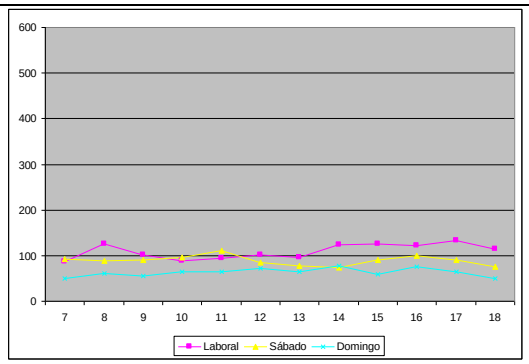
PC04



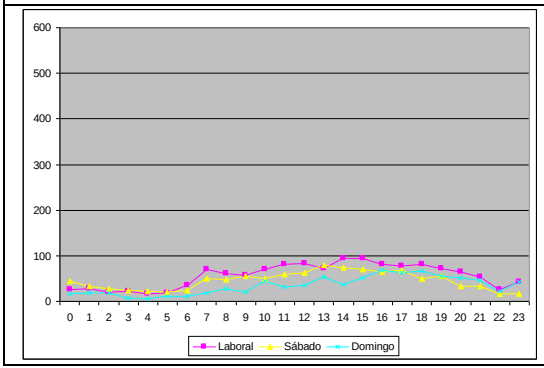
PC05



PC06



PC07

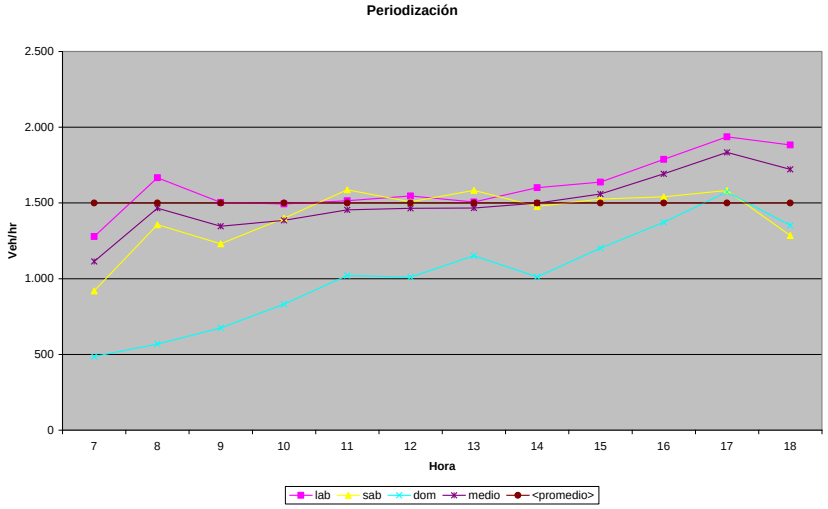


3.1.2 Periodización

De la información anterior es posible determinar la periodización a utilizar en el presente estudio. En el gráfico siguiente se presenta un resumen de las mediciones,

sumando los flujos horarios de cada punto de control y determinado el flujo horario medio de la hora (medio) y el promedio de estos (<promedio>) de manera de verificar su variabilidad.

Figura Nº 3.4 : Gráfico Periodización



Del gráfico se observa que el día laboral, día sábado y promedio muestran un comportamiento similar a lo largo del día. El día domingo muestra una disminución en todas las horas del día, lo cual se ve reflejado en el valor promedio hora a hora y por tanto en el valor promedio considerado.

El valor máximo de flujo observado (506 veh/hr) corresponde a la Ruta O-50 / Ruta 5, el cual se encuentra lejos de su capacidad por lo cual no se recomienda analizar un número de períodos por restricciones de capacidad.

De esta forma se recomienda una periodización de un período único obtenido del promedio de las horas semanales de las mediciones de la temporada normal.

En el cuadro siguiente se presenta la extensión de la periodización de 12 a 24 horas por tipo de vehículo resultado de las mediciones del Consultor.

Cuadro Nº 3.4 : Extensión de la Periodización Período Nocturno

Tipo de Vehículo	Total 12 Hr/Año	Factor 12 a 24	Total Año
VLIV	4380	133,51%	5848
C2E	4380	118,03%	5170
C3E	4380	154,10%	6750

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Encuestas Origen – Destino Temporada Normal

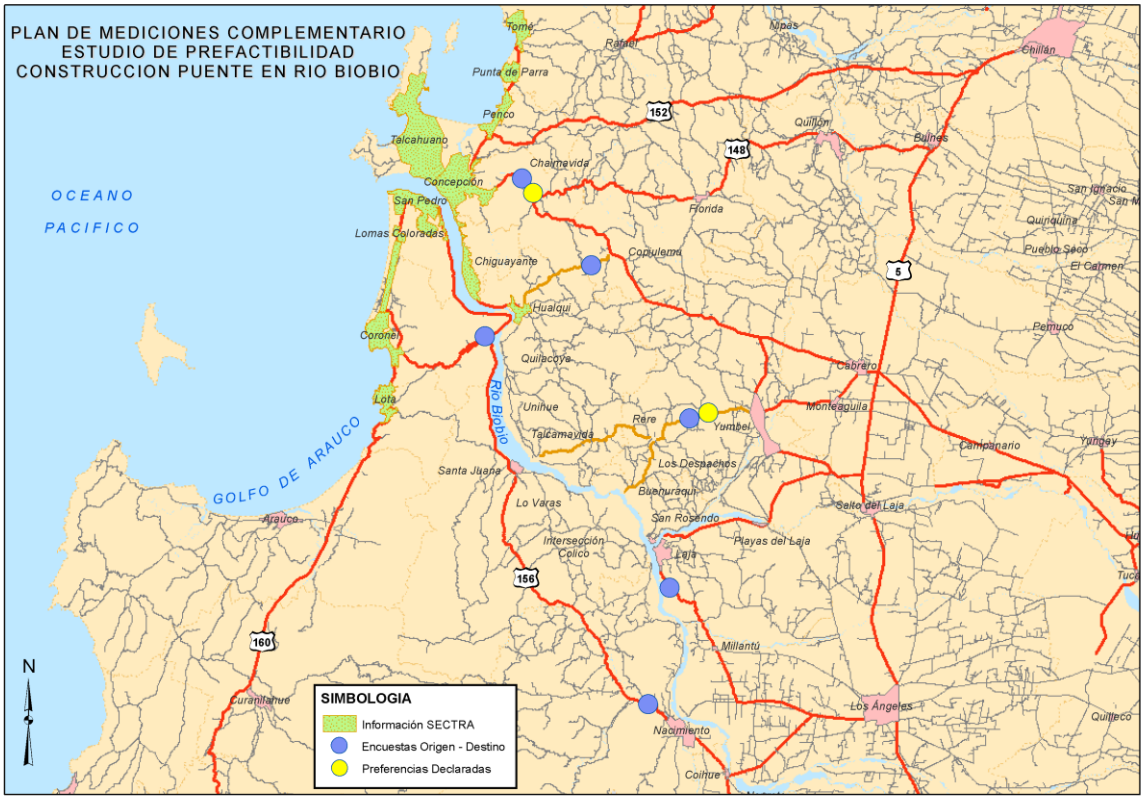
3.2.1 Trabajo de Campo

La ubicación de los puntos de control y fechas medición de la Encuesta Origen Destino de temporada baja, se presenta en el cuadro siguiente, y se ilustran en la Figura siguiente.

Cuadro Nº 3.5 : Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino Temporada Baja

PC	UBICACIÓN	FECHAS DE ENCUESTAS OD TEMPORADA BAJA					
		JUEVES	SABADO	DOMINGO	JUEVES	SABADO	DOMINGO
		31-07-2008	02-08-2008	03-08-2008	07-08-2008	09-08-2008	10-08-2008
EOD01	Bifurcación Patagual, Ruta 156 / Ruta O-852	X	X	X			
EOD02	Ruta O-60, entre Yumbel y Rere (cercano a Yumbel)				X	X	X
EOD03	Ruta 156 Peaje Troncal Curali.	X	X	X			
EOD04	Ruta O-50 Peaje Troncal Chaimávida				X	X	X
EOD05	Ruta O-670, entre Copiulemu y Hualqui (cercano a Copiulemu)				X	X	X
EOD06	Ruta Q-34, entre La Laja y Santa Fe (cercano a La Laja)	X	X	X			

Figura Nº 3.5 : Ubicación Puntos de Control Encuestas Origen - Destino



3.2.2 Tamaños Muestrales

Los tamaños muestrales de las encuestas levantadas en temporada normal se presentan en la etapa 2, sin embargo a continuación se presenta una validación de dicho tamaño el cual debiese cumplir la siguiente expresión:

$$n > \frac{p*(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{p*(1-p)}{N}}$$

donde

n : corresponde al número de vehículos a encuestar;

p : es la proporción de viajes que se dirigen a un destino determinado, cuyo valor se deberá considerar como fijo en 0,5;

e : es el error aceptable, cuyo valor se deberá considerar fijo en 0,1;

z : es el valor de la variable con distribución Normal estándar para el nivel de confianza requerido, cuyo valor se deberá considerar fijo en 1,96; y

N : es el total de vehículos que circulan por el punto de medición respectivo.

Para los vehículos livianos se obtienen la siguiente validación:

Cuadro Nº 3.6 : Resumen Muestreos Vehículos Livianos Temporada Normal

PC	FECHA	Número de encuestas	Flujos Vehiculares		Porcentaje Muestreo [%]	n
			Vliv	Cmta		
1	Jueves, 31 de Julio de 2008	72	66	82	49%	58
	Sábado, 02 de Agosto de 2008	110	107	114	50%	67
	Domingo, 03 de Agosto de 2008	85	83	86	50%	61
2	Jueves, 07 de Agosto de 2008	84	67	88	54%	59
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	82	37	124	51%	60
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	74	61	107	44%	61
3	Jueves, 31 de Julio de 2008	418	320	369	61%	84
	Sábado, 02 de Agosto de 2008	413	389	336	57%	85
	Domingo, 03 de Agosto de 2008	136	275	206	28%	80
4	Jueves, 07 de Agosto de 2008	398	1430	997	16%	92
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	665	1907	987	23%	93
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	576	1616	671	25%	92
5	Jueves, 07 de Agosto de 2008	63	42	64	59%	50
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	54	46	61	50%	51
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	65	58	64	53%	54
6	Jueves, 31 de Julio de 2008	347	448	292	47%	85
	Sábado, 02 de Agosto de 2008	289	540	219	38%	85
	Domingo, 03 de Agosto de 2008	146	311	165	31%	80

Para los vehículos de carga se obtienen la siguiente validación:

Cuadro Nº 3.7 : Resumen Muestreos Vehículos de Carga Temporada Normal

PC	FECHA	N° Encuestas		Flujos Vehiculares				Porc. Muestreo [%]		n	
		C2e	C+2e	c2e	c3e	crem	csrem	C2e	C+2e	C2e	C+2e
1	Jueves, 31 de Julio de 2008	10	22	22	26	16	20	45%	35%	18	38
	Sábado, 02 de Agosto de 2008	12	38	28	30	8	26	43%	59%	22	38
	Domingo, 03 de Agosto de 2008	5	2	7	1	2	0	71%	67%	7	3
2	Jueves, 07 de Agosto de 2008	8	0	16	1	0	0	50%	0%	14	1
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	4	0	8	0	0	0	50%	-	-	-
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	3	0	7	0	0	0	43%	-	-	-
3	Jueves, 31 de Julio de 2008	30	105	62	67	43	77	48%	56%	38	63
	Sábado, 02 de Agosto de 2008	25	87	55	58	17	73	45%	59%	35	58
	Domingo, 03 de Agosto de 2008	1	2	12	2	0	10	8%	17%	11	11
4	Jueves, 07 de Agosto de 2008	83	394	306	113	822	535	27%	27%	73	90
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	37	170	189	99	690	376	20%	15%	64	89
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	23	110	85	12	184	53	27%	44%	45	69
5	Jueves, 07 de Agosto de 2008	6	9	6	5	0	8	100%	69%	6	11
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	6	11	15	1	4	18	40%	48%	13	19
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	3	0	7	0	0	0	43%	-	7	-
6	Jueves, 31 de Julio de 2008	27	58	60	44	26	87	45%	37%	37	60
	Sábado, 02 de Agosto de 2008	20	59	50	52	9	87	40%	40%	33	58
	Domingo, 03 de Agosto de 2008	6	6	24	3	0	7	25%	60%	19	9

La validación de las tomas de muestra se cumplen ampliamente para los vehículos livianos. En el caso de los camiones se observa que los puntos de control de alto flujo se cumplen los requerimientos, sin embargo en el caso de los flujos bajos no se cumple la validación.

3.2.3 Resultados Agregados

El análisis de la información por punto de control se presenta en los siguientes cuadros, considerando el propósito de viajes, ingreso de los encuestados, tasa de ocupación y análisis de los principales orígenes – destino.

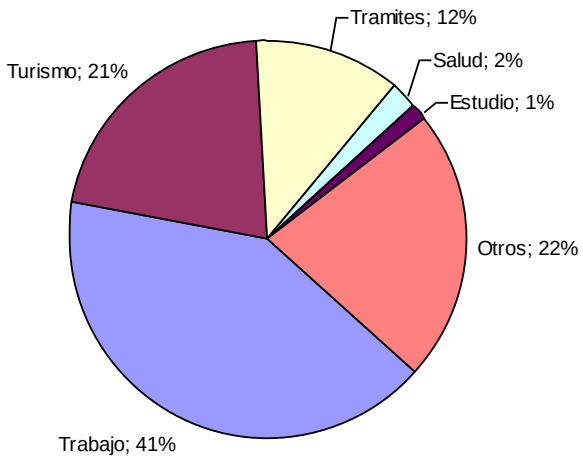
Cuadro Nº 3.8 : Muestreos según Propósito de Viaje (Nº) Temporada Normal

PC	Trabajo	Turismo	Tramites	Salud	Estudio	Otros	Total
1	107	70	18	4	3	64	266
2	110	5	24	6	3	91	239
3	521	169	55	24	14	184	967
4	563	578	172	33	23	270	1639
5	76	21	26	4	2	53	182
6	302	22	190	28	8	232	782
Total	1679	865	485	99	53	894	4075

Cuadro Nº 3.9 : Muestreos según Propósito de Viaje (%) Temporada Normal

PC	Trabajo	Turismo	Tramites	Salud	Estudio	Otros	Total
1	40%	26%	7%	2%	1%	24%	100%
2	46%	2%	10%	3%	1%	38%	100%
3	54%	17%	6%	2%	1%	19%	100%
4	34%	35%	10%	2%	1%	16%	100%
5	42%	12%	14%	2%	1%	29%	100%
6	39%	3%	24%	4%	1%	30%	100%
Total	41%	21%	12%	2%	1%	22%	100%

Figura Nº 3.6 : Análisis Propósito de Viajes Temporada Normal



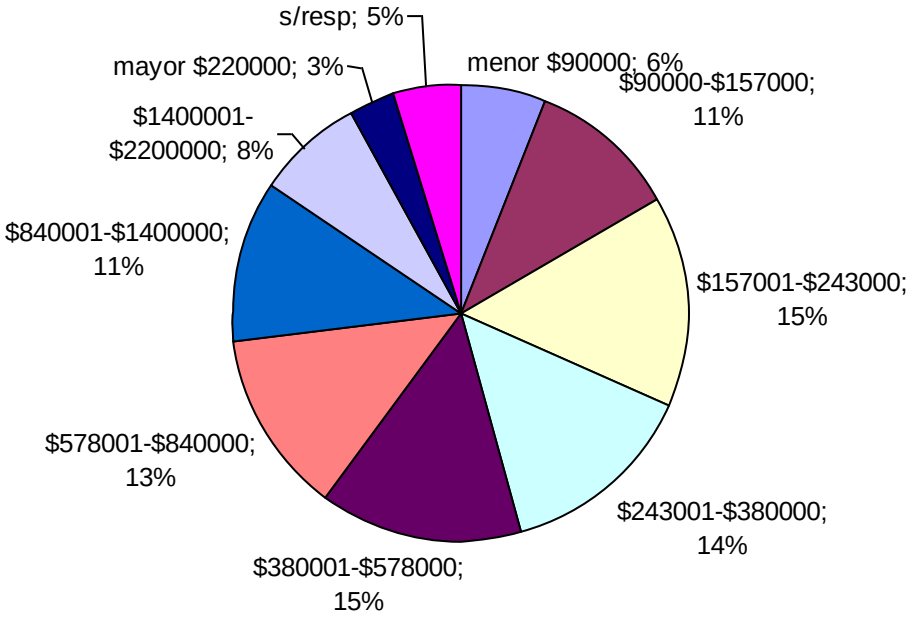
Cuadro Nº 3.10 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (Nº) Temporada Normal

PC	menor $90000	$90000-$157000	$157001-$243000	$243001-$380000	$380001-$578000	$578001-$840000	$840001-$1400000	$1400001-$2200000	mayor $220000	s/resp	Total
1	7	35	45	40	56	28	19	17	8	11	266
2	75	58	40	23	12	10	8	8		5	239
3	54	92	145	112	110	136	126	90	50	52	967
4	29	113	208	240	277	241	207	146	64	114	1639
5	44	26	31	24	17	20	14	3		3	182
6	43	108	141	118	121	95	89	45	16	6	782
Total	252	432	610	557	593	530	463	309	138	191	4075

Cuadro Nº 3.11 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (%) Temporada Normal

PC	menor $90000	$90000-$157000	$157001-$243000	$243001-$380000	$380001-$578000	$578001-$840000	$840001-$1400000	$1400001-$2200000	mayor $220000	s/resp	Total
1	3%	13%	17%	15%	21%	11%	7%	6%	3%	4%	100%
2	31%	24%	17%	10%	5%	4%	3%	3%	0%	2%	100%
3	6%	10%	15%	12%	11%	14%	13%	9%	5%	5%	100%
4	2%	7%	13%	15%	17%	15%	13%	9%	4%	7%	100%
5	24%	14%	17%	13%	9%	11%	8%	2%	0%	2%	100%
6	5%	14%	18%	15%	15%	12%	11%	6%	2%	1%	100%
Total	6%	11%	15%	14%	15%	13%	11%	8%	3%	5%	100%

Figura Nº 3.7 : Análisis según Nivel de Ingreso Familiar Temporada Normal



Cuadro Nº 3.12 : Tasa de Ocupación por Punto de Control (pax/veh) Temporada Normal

PC	Tasa Ocupación
1	2,68
2	2,61
3	2,45
4	2,60
5	2,58
6	2,50

En cuanto a los principales orígenes – destinos, a continuación se presentan las matrices diarias de los vehículos livianos, por punto de control para el análisis de principales orígenes – destinos.

EOD Patagual

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
	d																																
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																												1					1
tome	290																																	
talcahuano	291																							1					1					1
penco	292																																	
florida	293																																	
concepción	294							3		1																			7					12
coronel	295			1			5				21	2							7		6		2		1	6			7				3	61
hualqui	296																																	
lota	297										8	1									2													11
santa juana	298							14		22														12					3					51
san pedro	299							1		1																			3					4
viii costa	300																																	
ñuble	301																																	
quillon	302																																	
yumbel	303																																	
cabrero	304																																	
san rosendo	305																																	
nacimiento	306							3		3														3										9
laja	307																																	
los ángeles	308							2		1														3										5
negrete	309																							1										1
mulchen	310							1																3										3
arauco	311										7			1					2		2	2												14
norte	312							1																										1
sur	313							2		3																								5
copiulemu	314																																	
santa fe	315																																	
patagual	316	1					6	3		1	2	2							1										16					31
talcamavida	317																																	
rere	318																																	
rio claro	319																																	
angol	320							1		1														1										3
	Total	1		1			11	31		33	38	5		1					10		10	2	2	23	1	6			39				3	214

EOD Nicodahue

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																		1														1	2
tome	290																		9							9		2					8	28
talcahuano	291																																	
penco	292																																	
florida	293																		62		25	9	5			44		1					56	201
concepción	294																		4		9		1			4							1	20
coronel	295																					1				1								2
hualqui	296																																	
lota	297																		37		16	6	2	1		5							7	74
santa juana	298																		6		2					6							7	21
san pedro	299																									1								1
viii costa	300																																	
ñuble	301																																	
quillon	302																																	
yumbel	303																																	
cabrero	304																																	
san rosendo	305																																	
nacimiento	306		2	4			59	6			144	4							1		1			3	1									225
laja	307						1				1																							2
los ángeles	308			1			26	2			20	1							1					3		1							1	55
negrete	309						9	1			9						1							1										22
mulchen	310						6	1			3													1									1	13
arauco	311																		1		3					2							2	8
norte	312																		1							1							1	2
sur	313		1	2			40	5	1		4	1							2					1	1	1								58
copiulemu	314																																	
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317																																	
rere	318																																	
rio claro	319																																	
angol	320		1	1			59	3			10	2							1					1										77
	Total		4	8			200	18	1		192	8					1		124		56	16	8	10	2	74		2					84	809

EOD Laja

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																																	
tome	290																																	
talcahuano	291																		1									1						2
penco	292																																	
florida	293																																	
concepción	294																		1	2	12							3				2		20
coronel	295																																	
hualqui	296																																	
lota	297																																	
santa juana	298						1													13														14
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301																											1					1	2
quillon	302																																	
yumbel	303																				3							1						4
cabrero	304										1																	5						6
san rosendo	305										1								3		22							2						28
nacimiento	306																	2		32			1											35
laja	307										10								44		272	1	4			6		62					7	406
los ángeles	308						1									6	1	17		234														259
negrete	309																			1								1						2
mulchen	310																																	
arauco	311																																	
norte	312																											1						1
sur	313																			7										1				8
copiulemu	314																																	
santa fe	315						5													53														58
patagual	316																																	
talcamavida	317																									1								1
rere	318																																	
rio claro	319																				2													2
angol	320																			18														18
	Total						7				12					6	1	19	49	360	310	1	5			7		76		1			10	864

EOD Chaimavida

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
	d																																
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289					17							1	4		4	4	3			19		4					1						59
tome	290					13								1							1		3			1	4							25
talcahuano	291	1				91							3	32		30	44		3	4	45		4	1		10	9							280
penco	292																																	
florida	293	15	12	71			330		2		1	18												10										459
concepción	294	1	1			382							3	108		115	137			44	293		19		1	111	28							1244
coronel	295																																	
hualqui	296					3											10				1						1							15
lota	297																																	
santa juana	298					1								1							1													4
san pedro	299					46								12		10	20				20		6			12	15							142
viii costa	300						1									1																		3
ñuble	301	8	6	12			86					21												8										140
quillon	302																																	
yumbel	303	1		15			89					6												1										112
cabrero	304	15	17	19			109					9												8										177
san rosendo	305						4																											4
nacimiento	306			1			1																											3
laja	307	3	1				26																	1										32
los ángeles	308	5	8	22			254					28												9										327
negrete	309																																	
mulchen	310	1	2				23																	2										29
arauco	311					6								4		13	3	1			10		1											39
norte	312		1				6																	1										9
sur	313	2		1			52					1																						57
copiulemu	314		1	3			54					14																						73
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317																																	
rere	318			1			3																											4
rio claro	319																																	
angol	320		1				1																											3
	Total	54	52	147		561	1041		2		1	97	7	163		174	219	4	3	49	392		38	42	1	134	58	1						3240

EOD Copiulemu

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
	d																																
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289					1											1						1				2							4
tome	290								1																		1							1
talcahuano	291																				1						1							1
penco	292																																	
florida	293								1																		8							9
concepción	294	1				1			1							1				1							10							14
coronel	295																																	
hualqui	296					5															1		1				9							15
lota	297																																	
santa juana	298								1																									1
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301								2																		2							4
quillon	302																																	
yumbel	303						1		4			1												1			4							10
cabrero	304	1							2																		3							6
san rosendo	305																																	
nacimiento	306																																	
laja	307						2																											2
los ángeles	308						1																											1
negrete	309																																	
mulchen	310																																	
arauco	311																									1								1
norte	312																																	
sur	313								1																									1
copiulemu	314		2			4	5		8					2		2	2				1					1	50							74
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317																																	
rere	318																																	
rio claro	319																																	
angol	320																																	
	Total	2	2			10	8		20			1		2		3	2			1	2		2	1		2	88							144

EOD Rere

o	d	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																																	
tome	290																																	
talcahuano	291																													1	1			1
penco	292																																	
florida	293																																	
concepción	294																				1										6			6
coronel	295																																	
hualqui	296															3																		3
lota	297																																	
santa juana	298																																	
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301																														1			1
quillon	302																																	
yumbel	303								1																					6	67			74
cabrero	304																													1	4			5
san rosendo	305																																	
nacimiento	306																																	
laja	307																	1													2			2
los ángeles	308																														2			3
negrete	309																																	
mulchen	310																														1			1
arauco	311																																	
norte	312																																	
sur	313																													1				1
copiulemu	314																																	
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317													1		2	1								1	1								5
rere	318			1			2							7		76	10			1	4		1		1							1	1	105
rio claro	319																														3			3
angol	320																																	
Total				1			2		1					8		80	11	1		1	5		1		2	1				8	85	1	1	208

Cuadro Nº 3.13 : Total de Viajes Livianos por Punto de Control
Temporada Normal

EOD	Nº Viajes	%
Patagual	214	4%
Nicodahue	809	15%
Laja	864	16%
Chaimavida	3240	59%
Copiulemu	144	3%
Rere	208	4%
Total	5480	100%

Cuadro Nº 3.14 : Principales Orígenes – Destinos Livianos por Punto de Control
Temporada Normal

EOD	%	Origen - Destino	% Total	
Patagual	9%	santa juana - arauco	0,4%	1,6%
	9%	patagual - patagual	0,4%	
	8%	santa juana - coronel	0,3%	
	7%	santa juana - lota	0,3%	
	7%	coronel - santa juana	0,3%	
Nicodahue	15%	nacimiento - santa juana	2,2%	6,8%
	9%	nacimiento - concepción	1,3%	
	8%	angol - concepción	1,2%	
	8%	concepción - nacimiento	1,2%	
	6%	concepción - sur	0,9%	
Laja	31%	laja - los angeles	4,9%	12,3%
	28%	los angeles - laja	4,4%	
	7%	laja - nacimiento	1,1%	
	6%	laja - santa fe	0,9%	
	6%	santa fe - laja	0,9%	
Chaimavida	11%	concepción - florida	6,5%	27,2%
	10%	los angeles - concepción	5,9%	
	10%	concepción - los angeles	5,9%	
	9%	florida - concepción	5,3%	
	6%	concepción - cabrero	3,5%	
Copiulemu	36%	copiulemu - copiulemu	0,9%	1,9%
	7%	florida - copiulemu	0,2%	
	7%	hualqui - copiulemu	0,2%	
	6%	copiulemu - concepción	0,2%	
	4%	concepción - copiulemu	0,1%	
	4%	cabrero - copiulemu	0,1%	
	4%	laja - florida	0,1%	
	4%	copiulemu - florida	0,1%	
Rere	36%	rere - yumbel	1,4%	3,3%
	32%	yumbel - rere	1,2%	
	7%	rere - cabrero	0,3%	
	6%	rere - ñuble	0,2%	
	3%	concepción - rere	0,1%	
	3%	río claro - rere	0,1%	

Se observan tres niveles de aporte en cuanto a número de viajes por parte de los puntos de control: Chaimávida, con un peso específico muy importante del 59% de los viajes totales y, en un segundo nivel, Laja y Nicodahue con 16% y 15% respectivamente de los viajes. Finalmente con un aporte marginal Rere, Patagual y Copiulemu con un 4%, y 3% de los viajes totales, respectivamente.

En cuanto a los principales orígenes – destinos, destacan Los Ángeles – Concepción y Concepción – Los Ángeles obtenido un 10% de los viajes, cada uno, en el punto de control de Chaimávida.

Respecto de las encuestas origen – destino de los vehículos de carga, se observa:

Cuadro Nº 3.15 : Análisis de Carga por Punto de Control Temporada Normal

			EJES						
UBICACIÓN	Carga		2	3	4	5	6	Total	%
CHAIMAVIDA	100	Productos Agricolas	8	1		5	7	21	3%
	101	Productos Mineros				2	1	3	0%
	102	Productos Forestales	16	4	3	143	20	186	23%
	103	Ganadero Pecuarios y Avicolas	6	2	3	23	17	51	6%
	104	Productos Combustibles	8	4	1	34	40	87	11%
	105	Materiales de Construcción	17		4	18	6	45	6%
	106	Productos Alimenticios	5	4		11	5	25	3%
	107	Productos Industriales	2	1	1	21	18	43	5%
	108	Productos Varios	12	2		14	6	34	4%
	109	Otros No Clasificados	10	1	2	12	7	32	4%
	110	Camiones Vacios	59	41	20	118	52	290	35%
Total CHAIMAVIDA			143	60	34	401	179	817	100%
COPIULEMU	100	Productos Agricolas	1					1	3%
	102	Productos Forestales	3			4		7	20%
	103	Ganadero Pecuarios y Avicolas	1	1				2	6%
	104	Productos Combustibles	3			6		9	26%
	106	Productos Alimenticios	1					1	3%
	108	Productos Varios	1					1	3%
	110	Camiones Vacios	5	6		3		14	40%
Total COPIULEMU			15	7		13		35	100%
LAJA	101	Productos Mineros	2					2	1%
	102	Productos Forestales	3	1	2	46	3	55	31%
	103	Ganadero Pecuarios y Avicolas	3					3	2%
	104	Productos Combustibles	4					4	2%
	105	Materiales de Construcción	1			2		3	2%
	106	Productos Alimenticios	9					9	5%
	107	Productos Industriales	3			2	1	6	3%
	108	Productos Varios	6	24	2	1		33	19%
	109	Otros No Clasificados	2	1				3	2%
	110	Camiones Vacios	20	12	7	19		58	33%
Total LAJA			53	38	11	70	4	176	100%
NICODAHUE	101	Productos Mineros				1		1	0%
	102	Productos Forestales	4	4		72	11	91	36%
	103	Ganadero Pecuarios y Avicolas	1					1	0%
	104	Productos Combustibles	5			1	2	8	3%
	105	Materiales de Construcción	8	2	4		1	15	6%
	106	Productos Alimenticios	6	2	1			9	4%
	107	Productos Industriales		1		3		4	2%
	108	Productos Varios	13	12		2		27	11%
	109	Otros No Clasificados	6					6	2%
	110	Camiones Vacios	13	46	4	21	4	88	35%
Total NICODAHUE			56	67	9	100	18	250	100%
PATAGUAL	102	Productos Forestales	4			23		27	30%
	104	Productos Combustibles	1	1		1		3	3%
	105	Materiales de Construcción	1					1	1%
	106	Productos Alimenticios	1					1	1%
	108	Productos Varios	1	1			2	4	4%
	109	Otros No Clasificados	2					2	2%
	110	Camiones Vacios	17	28	2	3	1	51	57%
Total PATAGUAL			27	30	2	27	3	89	100%
RERE	100	Productos Agricolas	2					2	13%
	103	Ganadero Pecuarios y Avicolas	1					1	7%
	104	Productos Combustibles	2					2	13%
	105	Materiales de Construcción	1					1	7%
	106	Productos Alimenticios	2					2	13%
	108	Productos Varios	2					2	13%
	110	Camiones Vacios	5					5	33%
Total RERE			15					15	100%
Total			309	202	56	611	204	1382	

Cuadro Nº 3.16 : Total de Viajes Carga por Punto de Control Temporada Normal

EOD	Nº Viajes	%
Patagual	80	4%
Nicodahue	212	10%
Laja	207	10%
Chaimavida	1595	75%
Copiulemu	25	1%
Rere	12	1%
Total	2130	100%

Al igual que los vehículos livianos, en el caso de los vehículos de carga también se observan tres niveles de aporte en cuanto a número de viajes por parte de los puntos de control, Chaimávida con un peso específico muy importante con un 75% de los viajes totales. En un segundo nivel Nicodahue y Laja con 10% cada uno y finalmente con un aporte marginal Patagual, Copiulemu y Rere con un 4%, 1% y 1% respectivamente de los viajes totales.

Cuadro Nº 3.17 : Principales Orígenes – Destinos Camiones por Punto de Control Temporada Normal

EOD	%	Origen - Destino	% Total	
Patagual	21%	santa juana - arauco	0,8%	2,2%
	15%	mulchen - arauco	0,6%	
	7%	arauco - santa juana	0,3%	
	4%	arauco - los angeles	0,1%	
	4%	concepción - patagual	0,1%	
	4%	santa juana - coronel	0,1%	
	4%	coronel - santa juana	0,1%	
Nicodahue	9%	nacimiento - santa juana	0,9%	4,1%
	8%	los angeles - santa juana	0,8%	
	8%	angol - coronel	0,8%	
	6%	santa juana - nacimiento	0,6%	
	5%	negrete - coronel	0,5%	
	5%	concepción - angol	0,5%	
Laja	32%	laja - los angeles	3,1%	7,5%
	23%	los angeles - laja	2,2%	
	8%	laja - nacimiento	0,8%	
	7%	nacimiento - laja	0,7%	
	7%	santa fe - laja	0,7%	
Chaimavida	9%	talcahuano - sur	6,7%	30,7%
	7%	sur - talcahuano	5,2%	
	4%	sur - concepción	3,0%	
	3%	los angeles - talcahuano	2,2%	
	3%	los angeles - concepción	2,2%	
	3%	talcahuano - ñuble	2,2%	
	3%	florida - concepción	2,2%	
	3%	tome - sur	2,2%	
	3%	talcahuano - concepción	2,2%	
	3%	los angeles - arauco	2,2%	
Copiulemu	16%	copiulemu - copiulemu	0,2%	0,7%
	13%	copiulemu - los angeles	0,2%	
	13%	copiulemu - viii costa	0,2%	
	10%	ñuble - copiulemu	0,1%	
	10%	chiguayante - yumbel	0,1%	
Rere	21%	yumbel - rere	0,1%	0,5%
	19%	talcamavida - yumbel	0,1%	
	16%	rere - yumbel	0,1%	
	15%	ñuble - rere	0,1%	
	6%	concepción - rere	0,0%	
	6%	yumbel - talcamavida	0,0%	
	6%	rere - ñuble	0,0%	
	6%	rere - cabrero	0,0%	

En cuanto a los principales orígenes – destinos, a continuación se presentan las matrices horarias de los vehículos de carga, agregadas de los cuatro períodos por punto de control para el análisis de principales orígenes – destinos.

EOD Patagual

o	d	chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	Total
chiguayante	289																																
tome	290																																
talcahuano	291																																
penco	292																																
florida	293																																
concepción	294																												3				3
coronel	295										3								2			1				1						3	10
hualqui	296																																
lota	297						1				2																					1	3
santa juana	298							3		1														17									22
san pedro	299																												1			2	3
viii costa	300							2																1									2
ñuble	301																																
quillon	302																																
yumbel	303																																
cabrero	304																																
san rosendo	305																																
nacimiento	306									1														2									3
laja	307																																
los ángeles	308							2		2																							3
negrete	309																																
mulchen	310																							12									12
arauco	311										6										3											1	10
norte	312																																
sur	313							1																									1
copiulemu	314																																
santa fe	315																																
patagual	316						1			1	2																		1				5
talcamavida	317																																
rere	318																																
rio claro	319																																
angol	320																							1								1	2
	Total						2	8		5	13								2		3	1		32		1			6			7	80

EOD Nicodahue

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																																
tome	290																																
talcahuano	291																		4							1								5
penco	292																																
florida	293																																
concepción	294																		8		3					1							10	22
coronel	295																		4		1	2				2							5	13
hualqui	296																																
lota	297																																
santa juana	298																		12		4												1	16
san pedro	299																																2	2
viii costa	300																																
ñuble	301																																
quillon	302																																
yumbel	303																																
cabrero	304																		1															1
san rosendo	305																																
nacimiento	306		1	2			3	8			19					1	2				4	2	7		1							7	57
laja	307																																
los ángeles	308			5			1	1			17																							24
negrete	309						4	11			4																							18
mulchen	310						1				1													8										10
arauco	311																		1				2										1	4
norte	312																									1								1
sur	313			1			1	3			3	1																						9
copiulemu	314																																
santa fe	315																																
patagual	316																																
talcamavida	317																																
rere	318																																
rio claro	319																																
angol	320			2			4	16			3	4												1										30
	Total		1	10			15	40			45	5				1	2		29		11	4	10	10	1	4						26	212

EOD Laja

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																																	
tome	290																																	
talcahuano	291																																	
penco	292																																	
florida	293																																	
concepción	294																				2													2
coronel	295																																	
hualqui	296																																	
lota	297																																	
santa juana	298																			4														4
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301																																	
quillon	302																																	
yumbel	303																				1							1						2
cabrero	304																																	
san rosendo	305																																	
nacimiento	306												1							13														15
laja	307										2								17		67	1	2			2		8					2	100
los ángeles	308																	1		49														49
negrete	309																			1														1
mulchen	310												1						1	2														4
arauco	311																																	
norte	312																			4	1		1											7
sur	313																			4														4
copiulemu	314																																	
santa fe	315																			15														15
patagual	316																																	
talcamavida	317																																	
rere	318																																	
rio claro	319																																	
angol	320																			4														4
	Total										2		2					1	18	96	71	1	3			2		10					2	207

EOD Chaimavida

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289													9			2				4													15
tome	290													1			11		9	2	12		1		1	48	2						1	89
talcahuano	291					8								42		1	17		17	8	46		3		29	136	4	2					13	326
penco	292																																	
florida	293		2	8			40					3												3										56
concepción	294					21								27		4	29		5	5	24				23	38	9						1	187
coronel	295																																	
hualqui	296																																	
lota	297																																	
santa juana	298																																	
san pedro	299					2										5	4			9	1					1	2							24
viii costa	300																																	
ñuble	301	1	9	33			23		1															24										92
quillon	302																																	
yumbel	303						3					2																						5
cabrero	304	3	15	23			26					32												24										122
san rosendo	305																																	
nacimiento	306		3	6																				11										20
laja	307			9			3					5																						17
los ángeles	308		10	42			47					3												51										153
negrete	309																																	
mulchen	310	1	1				2																	27										32
arauco	311					5								32		1	29		4	9	35		5		11	36	4	6					2	179
norte	312		1	4			16																	10										31
sur	313		30	105			57																	26										218
copiulemu	314		5	8			1					2												2										19
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317																																	
rere	318																																	
rio claro	319																																	
angol	320		3	5																				2										10
	Total	6	81	242		36	218		1			46		111		11	92		34	33	123		9	180	64	260	21	9					18	1595

EOD Copiulemu

		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289															2	1																	3
tome	290																																	
talcahuano	291																																	
penco	292																																	
florida	293								1																		1							2
concepción	294																0										0							1
coronel	295																																	
hualqui	296																0																	0
lota	297																																	
santa juana	298																										1							1
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301								1																		2							3
quillon	302																																	
yumbel	303																																	
cabrero	304																										1							1
san rosendo	305																																	
nacimiento	306																																	
laja	307																																	
los ángeles	308																										1							1
negrete	309																																	
mulchen	310																																	
arauco	311																																	
norte	312																																	
sur	313																																	
copiulemu	314								1			1	3	2						1	1						4							13
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317																																	
rere	318																																	
rio claro	319																																	
angol	320																																	
	Total								4			1	3	2		2	2			1	1						9							25

EOD Rere

		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		d																															
	o	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Total
chiguayante	289																																	
tome	290																																	
talcahuano	291																																	
penco	292																																	
florida	293																																	
concepción	294																														1			1
coronel	295																																	
hualqui	296																																	
lota	297																																	
santa juana	298																																	
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301																														2			2
quillon	302																																	
yumbel	303																													1	3			3
cabrero	304																																	
san rosendo	305																																	
nacimiento	306																																	
laja	307																																	
los ángeles	308																																	
negrete	309																																	
mulchen	310																																	
arauco	311																																	
norte	312			1																														1
sur	313																																	
copiulemu	314																																	
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317															2																		2
rere	318													1		2	1																	3
rio claro	319																																	
angol	320																																	
	Total			1										1		4	1													1	5			12

3.2.4 Consolidación de Matrices

Considerando por una parte la ubicación de los puntos de medición de las encuestas Origen – Destino, y por otro lado el peso específico de cada punto de medición, se observa que los dobles conteos son despreciables, por tanto no se considero aplicar una matriz de filtro para eliminar los dobles conteos en el levantamiento de la información.

3.3 Encuestas de Preferencias Declaradas

Se realizaron Encuestas de Preferencias Declaradas a los vehículos livianos en dos puntos de control, el primero corresponde a la Plaza de Peaje Chaimávida y el segundo en la Ruta Yumbel - Rere. Su finalidad básica es generar la información necesaria para calibrar modelos de elección de ruta para las distintas alternativas de solución, en función de las preferencias de los usuarios.

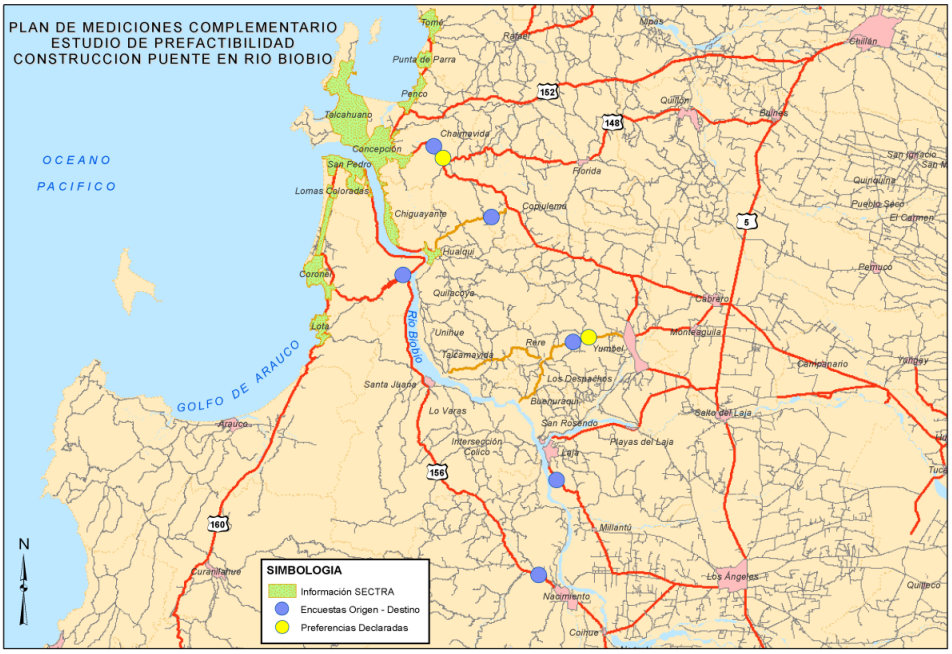
3.3.1.1 Ubicación de Puntos de Control y Fechas de Medición

La ubicación de los puntos de control y fechas medición de la Encuesta de Preferencia Declaradas de temporada baja, se presenta en el cuadro siguiente, y se ilustran en la Figura siguiente.

Cuadro Nº 3.18: Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino Temporada Baja

PC	UBICACIÓN	FECHAS DE ENCUESTAS PD		
		JUEVES	SABADO	DOMINGO
		07-08-2008	09-08-2008	10-08-2008
PD01	Ruta O-60, entre Yumbel y Rere (cercano a Yumbel)	X	X	X
PD02	Ruta O-50 Peaje Troncal Chaimávida	X	X	X

Figura Nº 3.8 : Ubicación Puntos de Control Encuestas Preferencias Declaradas



3.3.1.2 Encuesta Piloto

Se realizó una encuesta piloto el día 1 de Agosto de 2008 en la Plaza de Peaje Chaimávida, recogiéndose 123 encuestas.

El diseño de la encuesta consideró 6 tipos de tarjetas, las cuales se diferencian en el par origen-destino. Estos orígenes/destino se distinguen como potenciales usuarios de las nuevas conexiones sobre el río Bíobío, por lo cual dependiendo del viaje que declare el usuario encuestado se le aplica el tipo de tarjeta correspondiente.

De esta forma se distinguen los usuarios de los potenciales puentes considerando los pares origen/destino indicados en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 3.19 : Tipo de Tarjeta

TARJETA	DE	A
A	CORONEL, LOTA O ARAUCO	COPIULEMU, CABRERO
B	CORONEL, LOTA O ARAUCO	SALTOS DEL LAJA
C	CORONEL, LOTA O ARAUCO	BULNES, CHILLAN Y NORTE
D	CORONEL, LOTA O ARAUCO	LOS ANGELES Y SUR
E	CONCEPCIÓN Y SAN PEDRO	SALTOS DEL LAJA
F	CONCEPCIÓN Y SAN PEDRO	LOS ANGELES Y SUR

Como variables tentativas para explicar la elección de ruta se ensayaron el tiempo de viaje, el valor del peaje y el estándar de la ruta. Para cada tipo de tarjeta (viaje), se definió un conjunto de valores específicos a estas variables, consistentes con el viaje y las alternativas específicas a que el usuario se enfrentaría para ese viaje.

El diseño así definido sometió a una validación mediante la aplicación de una encuesta piloto.

3.3.1.3 Encuesta Definitiva

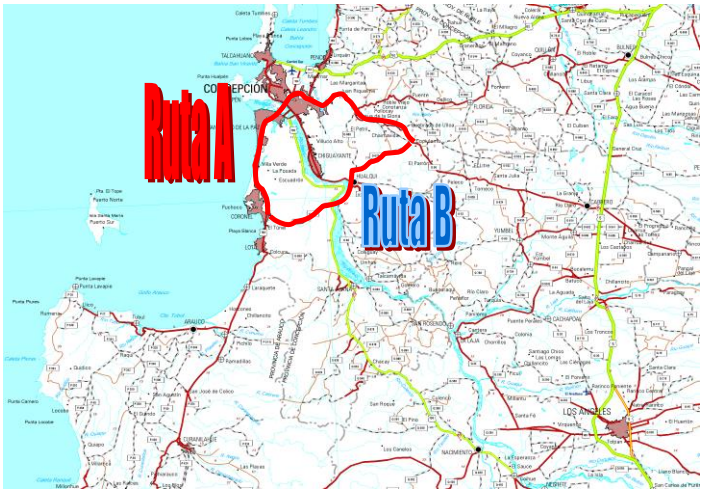
Considerando la experiencia recogida con la encuesta piloto, y con el objetivo de mejorar la confiabilidad de los modelos calibrados, se incorporaron ajustes menores en la encuesta definitiva, que se realizó los días Jueves 8, Sábado9 y domingo 10 de agosto de 20008 entre las 07:00 y 19:00 horas. Fue recogido un total de 608 encuestas.

Cuadro Nº 3.20 : Diseño Encuesta Definitiva

Caso	Tarjeta	Tiempo A	Peaje A	Calzada A	Tiempo B	Peaje B	Calzada B
A	1	60	1200	doble calzada	40	0	doble calzada
	2	60	0	doble calzada	40	1200	calzada simple
	4	60	1200	doble calzada	60	0	calzada simple
	5	40	1200	doble calzada	60	0	doble calzada
	3	40	0	doble calzada	60	1200	doble calzada
B	1	110	1700	doble calzada	100	500	doble calzada
	2	110	500	doble calzada	100	1700	calzada simple
	4	110	1700	doble calzada	110	500	calzada simple
	5	100	1700	doble calzada	110	500	doble calzada
	3	100	500	doble calzada	110	1700	doble calzada
C	1	130	2500	doble calzada	120	1800	doble calzada
	2	130	1800	doble calzada	120	2500	calzada simple
	4	130	2500	doble calzada	130	1800	calzada simple
	5	120	2500	doble calzada	130	1800	doble calzada
	3	120	1800	doble calzada	130	2500	doble calzada
D	1	130	1700	doble calzada	110	0	doble calzada
	2	130	0	doble calzada	110	1700	calzada simple
	4	130	1700	doble calzada	120	0	calzada simple
	5	120	1700	doble calzada	140	0	doble calzada
	3	120	0	doble calzada	140	1700	doble calzada
E	1	110	1700	doble calzada	95	500	doble calzada
	2	110	500	doble calzada	95	1700	calzada simple
	4	110	1700	doble calzada	110	500	calzada simple
	5	100	1700	doble calzada	115	500	doble calzada
	3	100	500	doble calzada	115	1700	doble calzada
F	1	120	1700	doble calzada	90	500	doble calzada
	2	120	500	doble calzada	90	1700	calzada simple
	4	110	1700	doble calzada	110	500	calzada simple
	5	90	1700	doble calzada	110	500	doble calzada
	3	90	500	doble calzada	110	1700	doble calzada

La figura siguiente muestra un ejemplo de las tarjetas utilizadas.

Figura Nº 3.9 : Ejemplo de Tarjeta de Tarjetas Utilizadas en Experimento de Preferencia Declaradas



A1

Tipo Calzada
Doble
Simple

	Ruta A	Ruta B
Tiempo de viaje	60 minutos	40 minutos
Peaje	$ 1200	$ 0
Calzada	doble calzada + pasada por Concepción	doble calzada





Ante estas alternativas para su viaje, ¿cual elegiría?

1 Elijo A 2 Elijo B

El cuadro siguiente muestra la cobertura lograda con la encuesta definitiva, en términos de encuestas recogidas por tipo de tarjeta y por día de medición.

Cuadro Nº 3.21 : Número de Encuestas Realizadas por Punto de Control y Caso

PC	FECHA	A	B	C	D	E	F	Total
3	Jueves, 07 de Agosto de 2008		10		7	3	9	29
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	20	6	7	4	8	6	51
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	1	1	2	2	5	29	40
4	Jueves, 07 de Agosto de 2008	17		6	3	3	81	110
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	25	3	3	6	14	171	222
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	7	3	3	2	18	123	156
Total		70	23	21	24	51	419	608

Cuadro Nº 3.22 : Clasificación de Encuesta Definitiva Según Tipo de Encuesta

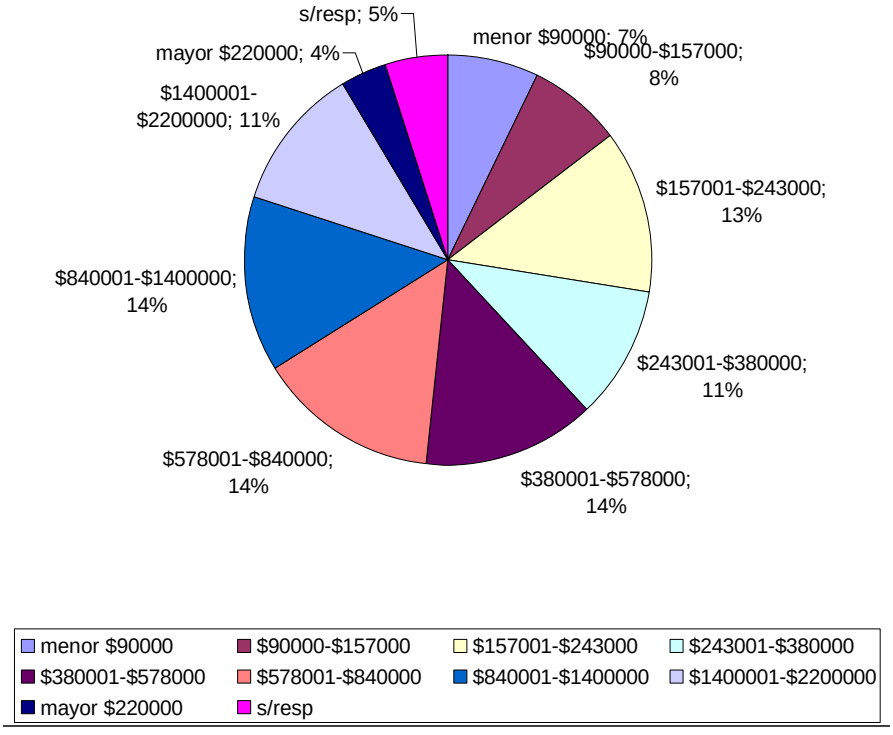
PC	FECHA	A	B	C	D	E	F	Total
3	Jueves, 07 de Agosto de 2008		10		7	3	9	29
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	20	6	7	4	8	6	51
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	1	1	2	2	5	29	40
4	Jueves, 07 de Agosto de 2008	17		6	3	3	81	110
	Sábado, 09 de Agosto de 2008	25	3	3	6	14	171	222
	Domingo, 10 de Agosto de 2008	7	3	3	2	18	123	156
Total		70	23	21	24	51	419	608
%		12%	4%	3%	4%	8%	69%	100%

El cuadro anterior muestra que, efectivamente, se recoge información para todos los tipos de viaje encuestados.

Cuadro Nº 3.23 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (Nº)

ING	Total	%
menor $90000	44	7%
$90000-$157000	46	8%
$157001-$243000	77	13%
$243001-$380000	64	11%
$380001-$578000	83	14%
$578001-$840000	88	14%
$840001-$1400000	85	14%
$1400001-$2200000	68	11%
mayor $220000	23	4%
s/resp	30	5%
Total	608	100%

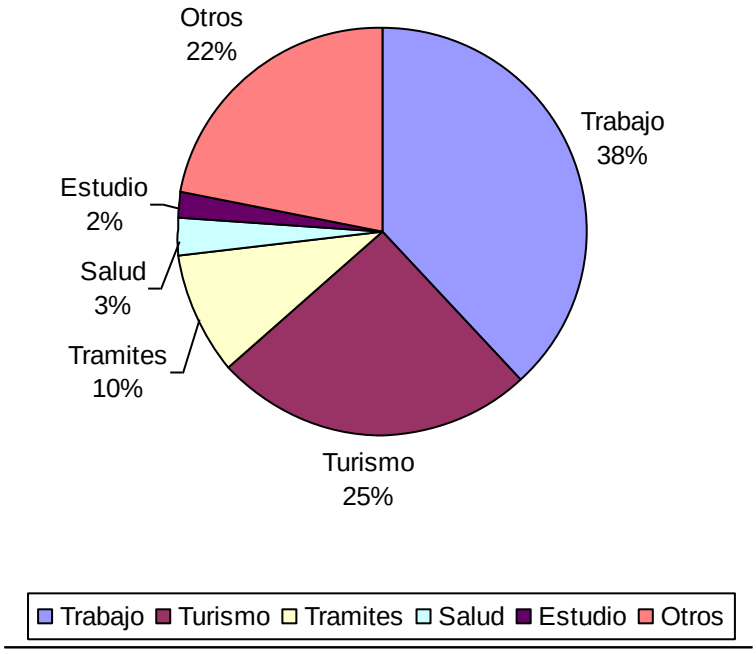
Figura Nº 3.10 : Análisis según Nivel de Ingreso Familiar



Cuadro Nº 3.24 : Muestreos según Propósito de Viaje (Nº)

PROP	Total	%
Trabajo	232	38%
Turismo	153	25%
Tramites	59	10%
Salud	18	3%
Estudio	12	2%
Otros	134	22%
Total	608	100%

Figura Nº 3.11 : Análisis Propósito de Viajes



El modelo adoptado para la utilidad, calibrado para vehículos livianos corresponden a:

$$U = \theta_{tiempo}\ x\ tiempo + \theta_{dc}\ x\ dummy_{dc} + \theta_{peaje}\ x\ peaje\ x\ dummy_{qp}$$

Donde:

θ_{tiempo} : Parámetro Tiempo.
Tiempo : Tiempo de Viaje.
θ_{peaje} : Parámetro Peaje.
Peaje : Valor Peaje.
θ_{dc} : Parámetro Doble Calzada.
$dummy_{dc}$: Variable Muda asociada a Doble Calzada (1 si dc, 0 si no).
$dummy_{qp}$: Variable Muda asociada a quien paga el peaje (1 si conductor, 0 si no).

En el cuadro siguiente se presentan los resultados del modelo calibrado.

Cuadro Nº 3.25 : Resultados del Modelo Adoptado

Parámetro	Estimado	Error Std	Estimado / Error Std
θ_{tiempo}	-0,0229	0,0021	-11,0030
θ_{dc}	-0,8843	0,0660	-13,4040
θ_{peaje}	-0,0004	0,0000	-12,0160
Promedio log verosimilitud	-0,632045		
VST	57,25	[$/min]	

Complementando lo anterior, se calibraron otros modelos para vehículos livianos, que buscan descartar la influencia de quien paga el viaje y recoger aquella del nivel de ingreso, según se detalla a continuación.

Modelo sin quien paga:

Se calibró un modelo que considera que la utilidad no depende de quien paga el viaje:

$$U = \theta_{tiempo}\ x\ tiempo + \theta_{dc}\ x\ dummy_{dc} + \theta_{peaje}\ x\ peaje$$

Donde:

θ_{tiempo} : Parámetro Tiempo.
Tiempo : Tiempo de Viaje.
θ_{peaje} : Parámetro Peaje.
Peaje : Valor Peaje.
θ_{dc} : Parámetro Doble Calzada.
$dummy_{dc}$: Variable Muda asociada a Doble Calzada (1 si dc, 0 si no).

En el cuadro siguiente se presentan los resultados del modelo calibrado.

Cuadro Nº 3.26 : Resultados del Modelo Calibrado Sin Quien Paga

Parámetro	Estimado	Error Std	Estimado / Error Std
θ_{tiempo}	-0,0231	0,0021	-10,9840
θ_{dc}	-0,8859	0,0658	-13,4670
θ_{peaje}	-0,0004	0,0000	-13,1920
Promedio log verosimilitud	-0,626953		
VST	57,75	[$/min]	

Modelo estratificado por ingreso:

Alternativamente al modelo base, se calibró el mismo modelo para el estrato superior de ingreso.

$$U = \theta_{tiempo}\ x\ tiempo + \theta_{dc}\ x\ dummy_{dc} + \theta_{peaje}\ x\ peaje + \theta_{peaje}\ x\ peaje\ x\ dummy_{ea}$$

Donde:

θ_{tiempo} : Parámetro Tiempo.

Tiempo : Tiempo de Viaje.
θ_{peaje} : Parámetro Peaje.
Peaje : Valor Peaje.
θ_{dc} : Parámetro Doble Calzada.
$dummy_{dc}$: Variable Muda asociada a Doble Calzada (1 si dc, 0 si no).
$dummy_{ea}$: Variable Muda asociada a estrato alto (1 si alto, 0 si no).

En el cuadro siguiente se presentan los resultados del modelo calibrado.

Cuadro Nº 3.27 : Resultados del Modelo Calibrado Estratificado

Parámetro	Estimado	Error Std	Estimado / Error Std
θ_{tiempo}	-0,0229	0,0021	-11,0030
θ_{dc}	-0,8844	0,0660	-13,4050
θ_{peaje}	-0,0004	0,0000	-8,3020
θ_{ea}	-0,0001	0,0001	-0,7370
Promedio log verosimilitud	-0,631956		
VST$_{ea}$	229	[$/min]	

De los modelos alternativos de quien paga y de los estratos de ingreso mayor, no se observan estadígrafos mejores con respecto del modelo calibrado.

3.4 Medición de Flujos Vehiculares Temporada Verano

3.4.1 Trabajo de Campo

Las mediciones de flujos vehiculares realizadas por el Consultor replican las Mediciones Continuas de flujos clasificados de tránsito en período normal, realizadas en 12 horas para 5 puntos de control y de 24 horas en 2 punto de control. Estas mediciones se realizaron también en tres días (un laboral, un sábado y un día domingo) de la temporada de verano.

Estos levantamientos de información se realizaron los días sábado 31 de enero y Domingo 1, Martes 3, Jueves 5, Sábado 7 y domingo 8 de febrero de 2009, según se detalla a continuación.

En los cuadros siguientes se muestra un resumen con el flujo total medido por movimiento y tipo de día para cada punto de control.

Cuadro Nº 3.28: Resumen Flujos Vehiculares Día Laboral Temporada Verano

		MOV											
PC	HORA	10	11	12	21	22	30	31	32	40	41	42	Total
1	0		19	14	93	5	1	0					132
	1		9	4	20	0	6	6					45
	2		2	0	7	0	3	3					15
	3		7	1	12	0	3	7					30
	4		1	1	7	0	5	13					27
	5		2	2	11	0	1	15					31
	6		6	7	18	1	4	19					55
	7		18	14	25	1	10	29					97
	8		36	25	56	4	2	28					151
	9		69	40	65	1	5	14					194
	10		77	37	42	1	5	20					182
	11		67	55	36	2	8	27					195
	12		48	52	51	0	5	12					168
	13		45	48	70	2	4	26					195
	14		31	46	53	2	6	15					153
	15		39	40	45	5	1	11					141
	16		38	61	60	3	3	17					182
	17		47	66	22	3	3	40					181
	18		41	54	48	1	3	32					179
	19		70	82	32	3	3	23					213
	20		85	84	28	1	1	23					222
	21		84	84	43	4	1	32					248
	22		33	38	31	1	3	21					127
	23		17	22	26	1	1	15					82
2	7		44					150					194
	8		81					127					208
	9		112					107					219
	10		125					133					258
	11		113					118					231
	12		156					132					288
	13		104					116					220
	14		118					80					198
	15		143					118					261
	16		134					136					270
	17		152					129					281
	18		155					116					271
3	7	1	73					74	2	1		2	153
	8	0	133					138	2	0		0	273
	9	4	179					126	8	2		1	320
	10	0	215					148	2	4		3	372
	11	2	230					168	3	5		1	409
	12	0	219					222	10	11		4	466
	13	2	160					85	2	11		3	263
	14	2	110					103	2	1		0	218
	15	5	130					151	5	3		0	294
	16	5	141					220	1	11		0	378
	17	1	190					211	4	7		4	417
	18	1	125					263	2	3		1	395
4	7	17	102					38	5	5		15	182
	8	17	154					101	9	7		18	306
	9	20	172					69	2	5		27	295
	10	21	205					49	6	3		32	316
	11	17	263					67	12	6		42	407
	12	36	126					109	12	8		25	316
	13	27	174					55	10	11		23	300
	14	16	202					66	10	6		35	335
	15	17	157					107	7	10		36	334
	16	30	200					83	8	5		33	359
	17	17	178					69	9	11		33	317
	18	24	185					86	10	7		24	336

		MOV											
PC	HORA	10	11	12	21	22	30	31	32	40	41	42	Total
7	0		15					11					26
	1		19					8					27
	2		11					15					26
	3		6					5					11
	4		8					11					19
	5		12					16					28
	6		20					15					35
	7		12					15					27
	8		11					15					26
	9		20					25					45
	10		22					20					42
	11		19					30					49
	12		31					25					56
	13		31					38					69
	14		19					44					63
	15		33					44					77
	16		47					67					114
	17		32					53					85
	18		36					41					77
	19		57					66					123
	20		75					52					127
	21		63					44					107
	22		44					31					75
	23		25					24					49
5	7	3			27				2	16	70	8	126
	8	3			42				2	13	65	10	135
	9	11			56				4	12	94	5	182
	10	3			53				6	7	100	5	174
	11	7			66				7	14	131	5	230
	12	8			64				8	7	79	5	171
	13	8			50				12	9	107	3	189
	14	8			55				2	8	92	7	172
	15	10			65				19	9	90	8	201
	16	5			67				10	14	98	9	203
	17	8			54				8	21	111	12	214
	18	4			48				5	9	109	10	185
6	7	8			10				21	23	2	17	81
	8	9			19				22	37	5	24	116
	9	8			25				35	36	3	23	130
	10	4			7				10	33	1	23	78
	11	5			25				12	38	1	21	102
	12	7			18				8	36	4	11	84
	13	6			14				6	51	3	14	94
	14	9			16				12	37	4	14	92
	15	6			9				22	44	5	20	106
	16	17			27				11	50	9	26	140
	17	27			11				35	45	11	34	163
	18	29			13				57	54	8	46	207

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 3.29: Resumen Flujos Vehiculares Día Sábado Temporada Verano

PC	HORA	MOV 10	11	12	21	22	30	31	32	40	41	42	Total
1	0		18	12	19	1	9	16					75
	1		18	11	7	2	4	11					53
	2		16	2	5	1	1	8					33
	3		31	25	4	0	0	6					66
	4		12	4	11	1	4	3					35
	5		11	4	11	0	1	13					40
	6		27	10	41	1	2	14					95
	7		56	9	44	0	0	13					122
	8		80	57	27	2	1	13					180
	9		98	79	50	0	2	17					246
	10		91	68	31	2	9	16					217
	11		98	66	44	3	11	22					244
	12		52	70	51	2	12	46					233
	13		79	77	56	4	9	49					274
	14		59	63	46	7	5	39					219
	15		71	77	36	7	5	41					237
	16		44	70	38	3	12	45					212
	17		51	78	36	4	8	49					226
	18		65	83	47	1	6	25					227
	19		64	70	51	5	22	49					261
	20		37	68	52	5	7	43					212
	21		35	53	33	1	6	35					163
	22		22	66	29	4	6	35					162
	23		17	32	17	0	1	21					88
2	7		60					81					141
	8		115					128					243
	9		196					152					348
	10		187					117					304
	11		209					141					350
	12		231					144					375
	13		240					140					380
	14		218					119					337
	15		229					142					371
	16		220					132					352
	17		224					161					385
	18		211					225					436
3	7	13	73					61	0	3		0	150
	8	6	119					121	3	4		1	254
	9	1	218					113	1	3		1	337
	10	0	230					135	3	8		1	377
	11	0	350					177	1	7		1	536
	12	2	286					154	3	6		2	453
	13	1	312					177	4	3		1	498
	14	0	151					157	6	1		1	316
	15	3	142					164	0	5		0	314
	16	1	244					199	7	2		1	454
	17	1	217					190	2	9		0	419
	18	0	210					184	2	4		1	401
4	7	14	86					90	3	8		16	217
	8	22	163					129	5	8		14	341
	9	23	181					122	17	3		37	383
	10	48	197					120	20	10		38	433
	11	62	273					124	10	17		44	530
	12	58	237					98	9	12		61	475
	13	45	312					99	11	4		84	555
	14	30	209					111	1	10		66	427
	15	29	155					88	3	8		40	323
	16	37	198					128	19	13		39	434
	17	50	161					124	5	8		72	420
	18	38	157					125	7	10		74	411

PC	HORA	MOV 10	11	12	21	22	30	31	32	40	41	42	Total
7	0		30					19					49
	1		14					6					20
	2		9					8					17
	3		17					10					27
	4		25					10					35
	5		21					6					27
	6		15					21					36
	7		15					47					62
	8		20					26					46
	9		29					15					44
	10		38					43					81
	11		41					21					62
	12		50					38					88
	13		43					27					70
	14		48					32					80
	15		40					50					90
	16		38					51					89
	17		36					34					70
	18		54					48					102
	19		53					33					86
	20		57					33					90
	21		36					29					65
	22		34					18					52
	23		24					22					46
5	7	1		50			8	12		97	10		178
	8	3		79			8	8		160	6		264
	9	4		95			1	17		149	7		273
	10	4		116			5	15		147	6		293
	11	5		122			3	7		169	5		311
	12	8		163			10	7		160	10		358
	13	5		118			6	29		114	8		280
	14	4		98			8	14		103	4		231
	15	4		130			7	14		140	6		301
	16	7		108			4	9		132	11		271
	17	6		127			5	15		162	15		330
	18	11		106			10	19		165	11		322
6	7	21		0			25	38		0	25		109
	8	22		2			34	32		1	17		108
	9	20		1			44	39		1	16		121
	10	18		0			36	52		0	18		124
	11	36		1			37	58		2	16		150
	12	40		0			44	76		1	22		183
	13	22		0			37	70		0	17		146
	14	35		0			42	64		2	22		165
	15	31		0			33	65		0	18		147
	16	19		0			65	94		1	26		205
	17	28		0			53	61		0	18		160
	18	24		0			42	65		1	22		154

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 3.30: Resumen Flujos Vehiculares Día Domingo Temporada Verano

		MOV											
PC	HORA	10	11	12	21	22	30	31	32	40	41	42	Total
1	0		15	25	69	9	4	19					141
	1		3	12	17	2	2	7					43
	2		4	11	21	4	3	12					55
	3		6	7	8	0	3	8					32
	4		6	4	7	5	6	8					36
	5		7	11	13	4	2	17					54
	6		10	3	17	0	7	21					58
	7		22	13	36	3	8	27					109
	8		31	26	30	1	5	11					104
	9		40	50	25	2	4	7					128
	10		75	50	29	4	9	16					183
	11		62	59	28	4	6	31					190
	12		58	88	35	5	2	20					208
	13		65	75	48	6	8	29					231
	14		44	76	48	6	2	21					197
	15		6	12	42	7	6	19					92
	16		6	23	43	3	9	36					120
	17		27	46	47	2	13	20					155
	18		6	22	80	4	4	57					173
	19		24	41	65	5	12	30					177
	20		36	50	127	10	11	36					270
	21		41	101	96	4	13	35					290
	22		36	41	46	3	7	54					187
	23		17	46	36	3	4	33					139
2	7		37					61					98
	8		91					70					161
	9		154					92					246
	10		179					79					258
	11		227					132					359
	12		233					96					329
	13		222					98					320
	14		235					125					360
	15		218					114					332
	16		249					116					365
	17		193					192					385
	18		132					215					347
3	7	4	68					45	0	1	0		118
	8	0	109					67	2	1	0		179
	9	1	179					50	4	1	1		236
	10	4	167					88	2	10	0		271
	11	2	155					108	5	12	4		286
	12	0	209					118	3	7	1		338
	13	2	135					112	5	2	1		257
	14	0	113					113	3	6	1		236
	15	7	132					128	4	3	1		275
	16	6	157					181	5	5	1		355
	17	2	129					216	1	10	3		361
	18	0	125					248	5	5	1		384
4	7	19	41					26	8	1	15		110
	8	36	89					47	11	3	17		203
	9	76	109					46	12	2	18		263
	10	111	126					62	23	8	24		354
	11	121	144					64	19	12	44		404
	12	104	127					91	8	15	55		400
	13	118	155					81	14	16	60		444
	14	64	113					85	5	9	18		294
	15	57	117					87	6	9	49		325
	16	68	139					96	5	11	36		355
	17	52	160					160	3	13	58		446
	18	50	126					270	4	12	129		591

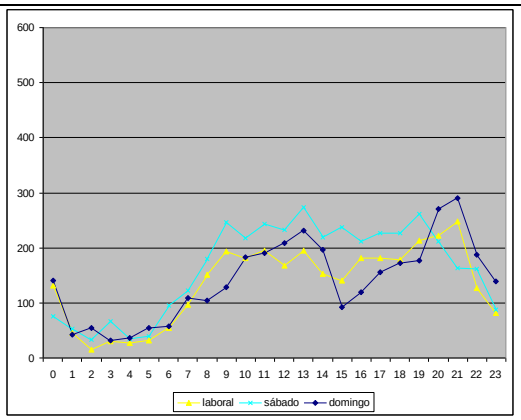
		MOV											
PC	HORA	10	11	12	21	22	30	31	32	40	41	42	Total
7	0		11					7					18
	1		3					9					12
	2		12					8					20
	3		5					5					10
	4		3					4					7
	5		8					15					23
	6		11					15					26
	7		36					31					67
	8		26					26					52
	9		24					23					47
	10		25					31					56
	11		38					42					80
	12		15					27					42
	13		35					38					73
	14		30					21					51
	15		32					30					62
	16		23					30					53
	17		41					39					80
	18		45					54					99
	19		35					50					85
	20		22					46					68
	21		25					32					57
	22		16					37					53
	23		18					21					39
5	7	8		42					2	3	49	3	107
	8	5		95					2	5	48	0	155
	9	5		74					4	0	44	2	129
	10	6		94					3	1	68	11	183
	11	2		87					2	0	91	10	192
	12	3		72					7	0	63	9	154
	13	6		105					7	12	105	5	240
	14	2		95					4	4	122	12	239
	15	2		86					6	2	79	8	183
	16	7		88					4	2	51	6	158
	17	2		52					3	2	89	7	155
	18	0		33					9	1	106	1	150
6	7	11		0					11	9	0	12	43
	8	9		0					13	18	1	7	48
	9	11		1					23	19	1	11	66
	10	24		0					37	41	1	13	116
	11	19		0					33	54	1	9	116
	12	24		0					31	76	2	17	150
	13	34		0					28	96	1	22	181
	14	20		0					24	67	2	19	132
	15	17		0					42	57	0	6	122
	16	13		0					42	79	1	12	147
	17	14		0					50	63	0	13	140
	18	11		0					46	40	3	9	109

Fuente: Elaboración Propia

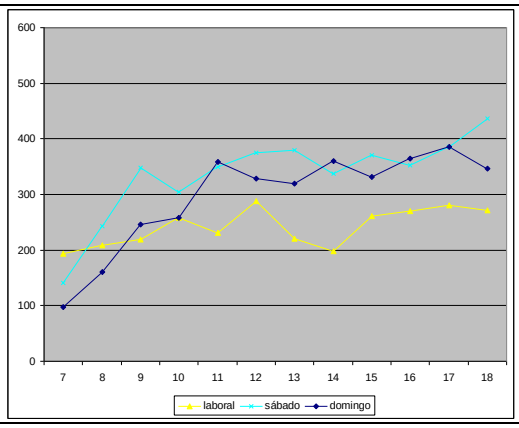
En las figuras siguientes se presentan los flujos totales en vehículos reales por hora para cada punto de control, así como para los vehículos privados, transporte público y camiones.

Figura Nº 3.12 : Gráficos Flujo Total Temporada Verano

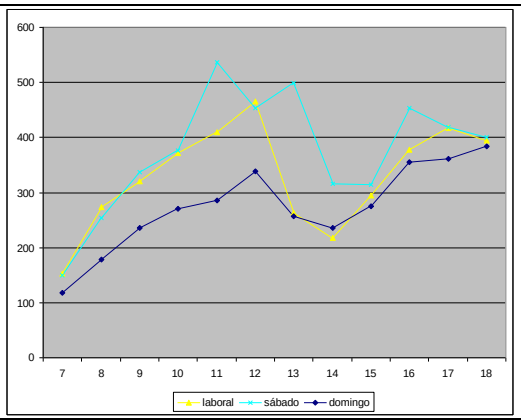
PC01



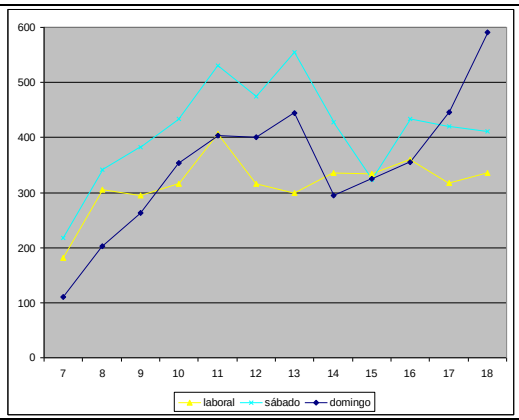
PC02



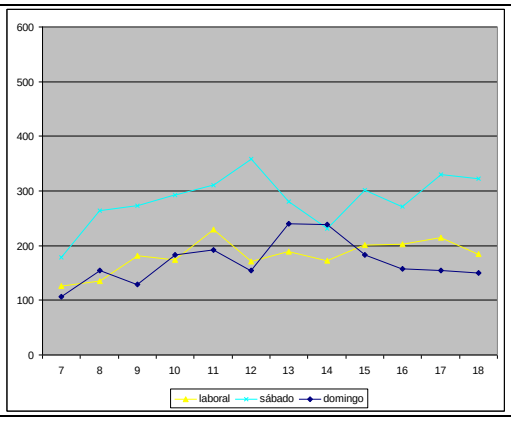
PC03



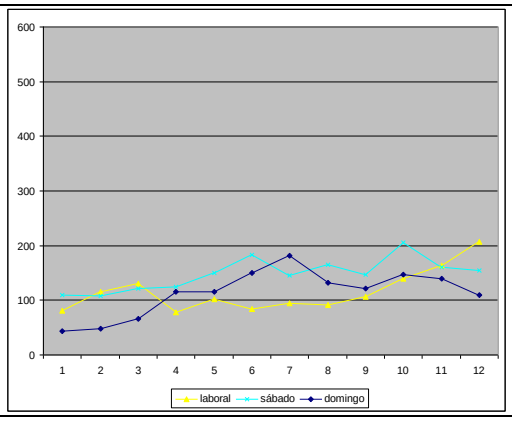
PC04



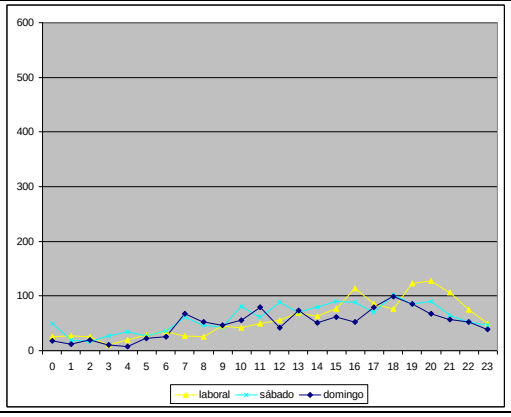
PC05



PC06



PC07



Una vez revisados los datos de campo por el supervisor correspondiente, los datos de los formularios de terreno fueron digitados directamente en una planilla de cálculo, programada de manera tal que valida y efectúa el cálculo de vehículos equivalentes. Cada movimiento medido queda grabado en una hoja individual.

3.4.2 Factores de Estacionalidad

El factor de estacionalidad se determina con las mediciones del Consultor comparando el total de las mediciones de flujos en los siete puntos de medición y en los tres días de medición de cada temporada. En el cuadro siguiente se presenta el cálculo del factor de estacionalidad de verano.

Cuadro Nº 3.31 : Factores de Estacionalidad de Verano

PC	Normal	Verano	Factor Verano
1	7.543	13.816	183,17%
2	8.617	13.151	152,62%
3	17.757	20.604	116,03%
4	17.575	22.131	125,93%
5	23.997	12.412	51,72%
6	4.176	6.527	156,30%
7	5.804	5.985	103,11%
Total	85.470	94.627	110,71%

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se determina el factor de corrección anual considerando 9 meses de temporada normal y 3 meses de temporada de verano. En el cuadro siguiente se presenta el cálculo del factor de estacionalidad anual.

Cuadro Nº 3.32 : Factor de Estacionalidad Anualizado

Temporada	Meses	Factor
Verano	3	110,71%
Normal	9	100,00%
Factor		102,68%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro siguiente se presenta la extensión de la periodización, considerando la extención de 12 a 24 horas, así como la incorporación de la temporada de verano. La extensión de la periodización se considera por tipo de vehículo.

Cuadro Nº 3.33 : Extensión de la Periodización

Tipo de Vehículo	Total 12 Hr/Año	Factor 12 a 24	Factor Verano	Total Año
VLIV	4380	134%	102,7%	6004
C2E	4380	118%	102,7%	5308
C3E	4380	154%	102,7%	6930

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Encuestas Origen – Destino Temporada Verano

3.5.1 Trabajo de Campo

La ubicación de los puntos de control y fechas medición de la Encuesta Origen Destino de la temporada de verano, se presenta en el cuadro siguiente, y se ilustran en la Figura siguiente.

Cuadro Nº 3.34 : Ubicación y Fechas de Medición de Puntos de Control Encuestas Origen Destino Temporada Verano

PC	UBICACIÓN	FECHAS DE ENCUESTAS OD TEMPORADA ALTA					
		SÁBADO	DOMINGO	MARTES	JUEVES	SABADO	DOMINGO
		31/01/2009	01/02/2009	03/02/2009	05/02/2009	07/02/2009	08/02/2009
EOD01	Bifurcación Patagual, Ruta 156 / Ruta O-852	X	X	X			
EOD02	Ruta O-60, entre Yumbel y Rere (cercano a Yumbel)	X	X	X			
EOD03	Ruta 156 Peaje Troncal Curali.				X	X	X
EOD04	Ruta O-50 Peaje Troncal Chaimávida	X	X	X			
EOD05	Ruta O-670, entre Copiulemu y Hualqui (cercano a Copiulemu)				X	X	X
EOD06	Ruta Q-34, entre La Laja y Santa Fe (cercano a La Laja)				X	X	X

3.5.2 Tamaños Muestrales

Los tamaños muestrales de las encuestas levantadas deben cumplir con la misma validación que la temporada normal, la cual se presenta a continuación.

Para los vehículos livianos se obtienen la siguiente validación:

Cuadro Nº 3.35 : Resumen Muestreos Vehículos Livianos Temporada Verano

PC	FECHA	Número de Encuestas	Flujos Vehiculares		Pocertaje Muestreo [%]	n
			Autos	Cmta		
1	sábado, 31 de enero de 2009	108	340	92	25%	79
	domingo, 01 de febrero de 2009	181	256	85	53%	75
	martes, 03 de febrero de 2009	183	153	103	71%	70
2	sábado, 31 de enero de 2009	187	89	103	97%	64
	domingo, 01 de febrero de 2009	179	78	111	95%	64
	martes, 03 de febrero de 2009	174	76	106	96%	63
3	jueves, 05 de febrero de 2009	522	613	469	48%	88
	sábado, 07 de febrero de 2009	365	708	376	34%	88
	domingo, 08 de febrero de 2009	375	881	455	28%	90
4	sábado, 31 de enero de 2009	852	3953	1242	16%	94
	domingo, 01 de febrero de 2009	795	3305	991	19%	94
	martes, 03 de febrero de 2009	827	2369	1064	24%	93
5	jueves, 05 de febrero de 2009	39	33	35	57%	40
	sábado, 07 de febrero de 2009	54	68	47	47%	52
	domingo, 08 de febrero de 2009	86	76	60	63%	56
6	jueves, 05 de febrero de 2009	724	657	275	78%	87
	sábado, 07 de febrero de 2009	447	673	268	48%	87
	domingo, 08 de febrero de 2009	472	517	194	66%	85

Para los vehículos de carga se obtienen la siguiente validación:

Cuadro Nº 3.36 : Resumen Muestreos Vehículos de Carga Temporada Verano

PC	FECHA	Nº Encuestas		Flujos Vehiculares				Pocertaje Muestreo [%]		n	
		C2E	C+2E	C2E	C3E	CREM	CSREM	C2E	C+2E	C2E	C+2E
1	sábado, 31 de enero de 2009	8	37	34	37	23	5	24%	57%	25	39
	domingo, 01 de febrero de 2009	0	0	17	3	0	0	0%	0%	14	3
	martes, 03 de febrero de 2009	0	74	14	33	45	13	0%	81%	12	47
2	sábado, 31 de enero de 2009	13	23	14	13	12	1	93%	88%	12	20
	domingo, 01 de febrero de 2009	19	0	19	0	0	0	100%	-	16	-
	martes, 03 de febrero de 2009	25	55	29	36	21	1	86%	95%	22	36
3	jueves, 05 de febrero de 2009	26	40	65	41	37	24	40%	39%	39	49
	sábado, 07 de febrero de 2009	5	37	50	51	97	13	10%	23%	33	60
	domingo, 08 de febrero de 2009	0	5	7	2	3	7	0%	42%	7	11
4	sábado, 31 de enero de 2009	55	242	387	73	306	664	14%	23%	77	88
	domingo, 01 de febrero de 2009	35	121	122	13	247	26	29%	42%	54	72
	martes, 03 de febrero de 2009	74	353	355	71	1096	251	21%	25%	76	90
5	jueves, 05 de febrero de 2009	6	10	13	10	4	2	46%	63%	11	14
	sábado, 07 de febrero de 2009	0	0	5	0	1	0	0%	0%	5	1
	domingo, 08 de febrero de 2009	2	1	4	1	0	0	50%	100%	4	1
6	jueves, 05 de febrero de 2009	49	62	81	17	42	14	60%	85%	44	41
	sábado, 07 de febrero de 2009	32	44	71	12	45	11	45%	65%	41	40
	domingo, 08 de febrero de 2009	14	0	19	1	0	0	74%	0%	16	1

La validación de las tomas de muestra se cumplen ampliamente para los vehículos livianos. En el caso de los camiones se observa que los puntos de control de alto flujo se cumplen los requerimientos, sin embargo en el caso de los flujos bajos no se cumple la validación.

3.5.3 Resultados Agregados

El análisis de la información por punto de control se presenta en los siguientes cuadros, considerando el propósito de viajes, ingreso de los encuestados, tasa de ocupación y análisis de los principales orígenes – destino.

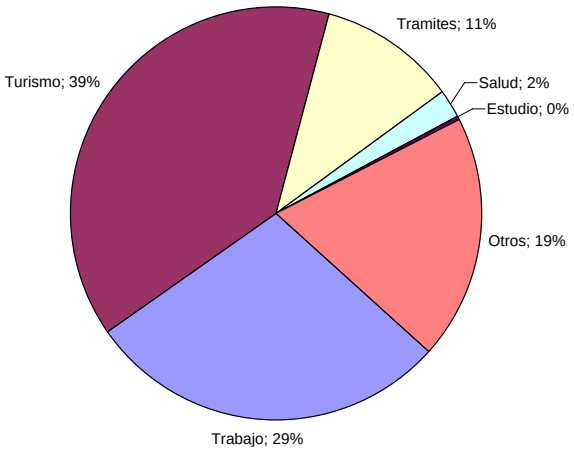
Cuadro Nº 3.37 : Muestreos según Propósito de Viaje (Nº) Temporada Verano

PC	Trabajo	Turismo	Tramites	Salud	Estudio	Otros	Total
1	131	162	21	2		156	472
2	221	154	54	11	1	121	562
3	345	708	90	14	2	103	1262
4	703	1290	185	45	11	240	2474
5	26	18	51	3		81	179
6	465	227	308	77	1	564	1642
Total	1891	2559	709	152	15	1265	6591

Cuadro Nº 3.38 : Muestreos según Propósito de Viaje (%) Temporada Verano

PC	Trabajo	Turismo	Tramites	Salud	Estudio	Otros	Total
1	28%	34%	4%	0%	0%	33%	100%
2	39%	27%	10%	2%	0%	22%	100%
3	27%	56%	7%	1%	0%	8%	100%
4	28%	52%	7%	2%	0%	10%	100%
5	15%	10%	28%	2%	0%	45%	100%
6	28%	14%	19%	5%	0%	34%	100%
Total	29%	39%	11%	2%	0%	19%	100%

Figura Nº 3.13 : Análisis Propósito de Viajes Temporada Verano



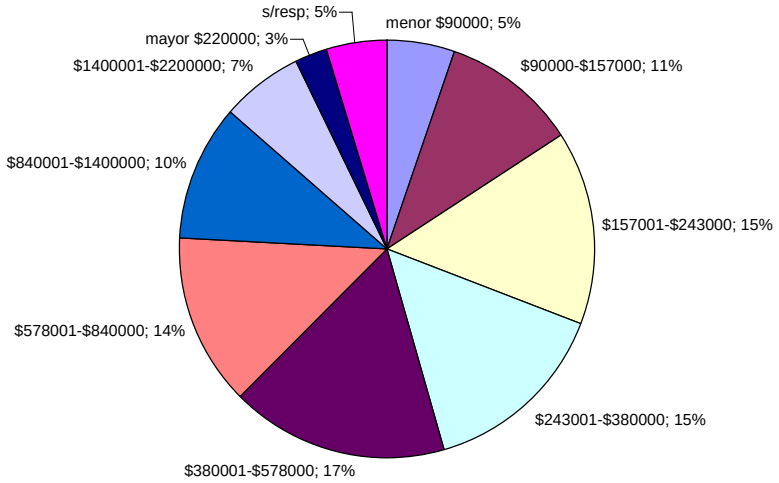
Cuadro Nº 3.39 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (Nº) Temporada Verano

PC	menor $90000	$90000-$157000	$157001-$243000	$243001-$380000	$380001-$578000	$578001-$840000	$840001-$1400000	$1400001-$2200000	mayor $220000	s/resp	Total
1	22	36	89	140	83	38	34	13	7	10	472
2	92	105	83	59	105	45	33	24	16	0	562
3	34	115	171	170	181	180	176	124	57	54	1262
4	75	181	294	303	425	402	300	196	72	226	2474
5	6	13	33	56	56	15	0	0	0	0	179
6	116	247	320	250	255	211	138	77	13	16	1643
Total	345	697	990	978	1105	891	681	434	165	306	6592

Cuadro Nº 3.40 : Muestreos según Nivel de Ingreso Familiar (%) Temporada Verano

PC	menor $90000	$90000-$157000	$157001-$243000	$243001-$380000	$380001-$578000	$578001-$840000	$840001-$1400000	$1400001-$2200000	mayor $220000	s/resp	Total
1	5%	8%	19%	30%	18%	8%	7%	3%	1%	2%	100%
2	16%	19%	15%	10%	19%	8%	6%	4%	3%	0%	100%
3	3%	9%	14%	13%	14%	14%	14%	10%	5%	4%	100%
4	3%	7%	12%	12%	17%	16%	12%	8%	3%	9%	100%
5	3%	7%	18%	31%	31%	8%	0%	0%	0%	0%	100%
6	7%	15%	19%	15%	16%	13%	8%	5%	1%	1%	100%
Total	5%	11%	15%	15%	17%	14%	10%	7%	3%	5%	100%

Figura Nº 3.14 : Análisis según Nivel de Ingreso Familiar Temporada Verano



Cuadro Nº 3.41 : Tasa de Ocupación por Punto de Control (pax/veh) Temporada Verano

PC	Tasa Ocupación
1	3,04
2	2,90
3	2,92
4	2,51
5	2,39
6	2,80

Fuente: Elaboración propia

4 IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

4. IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS

4.1 Emplazamientos Posibles para el Puente y sus Conexiones Viales

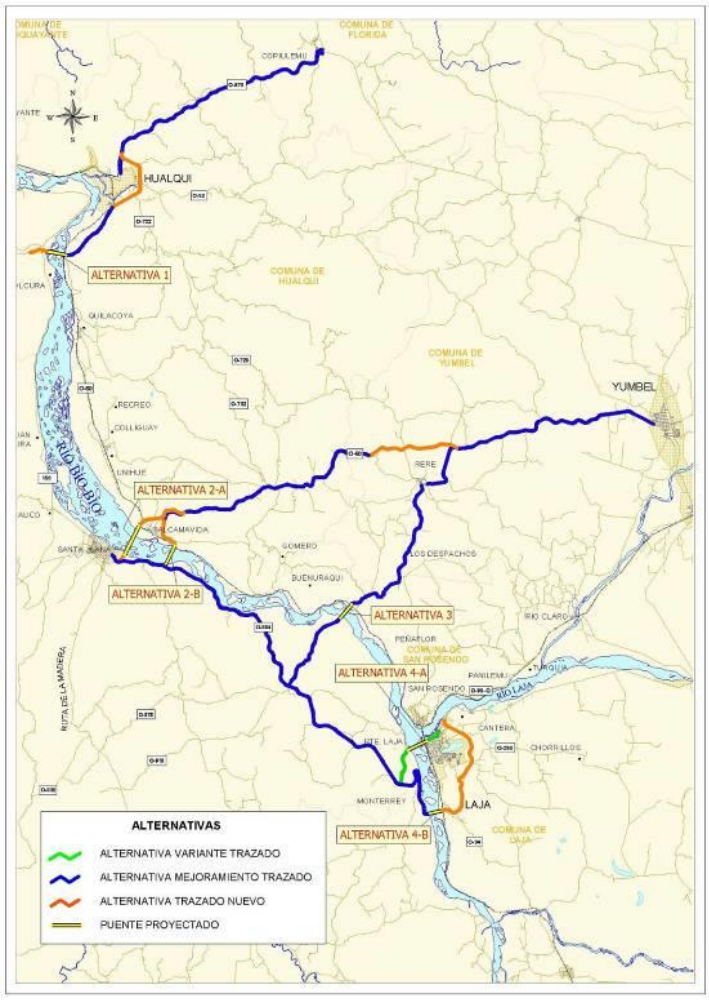
A un nivel de idea preliminar, se han identificado cuatro alternativas de conexión de corredores desde las rutas que actualmente cuentan con un estándar pavimentado, de manera de conectar las Riberas Norte y Sur del Río Bíobío. Estas ideas corresponden a corredores de un nivel genérico, las cuales de oriente a poniente son:

- Copiulemu – Hualqui – Puente Hualqui - Ruta de la Madera
- Yumbel – Rere – Talcamávida – Puente - Santa Juana
- Yumbel – Rere – Estación Buenuraqui – Puente Buenuraqui - Santa Juana
- Laja – Puente Laja - Monterrey – Santa Juana

Estas alternativas se representan sobre la cartografía existente como ejes, en los planos siguientes, con el objeto de apreciar las condiciones geométricas prevalecientes asociadas a cada solución, así como la forma en que sería posible resolver los diferentes conflictos que esos trazados deben enfrentar.

En la lámina siguiente se entrega un esquema general de las alternativas de solución del puente y de los caminos que conforman los corredores se han estudiado en cada caso.

Figura Nº 4.1 : Esquema Emplazamiento de Alternativas y Corredores



Laminas 1/6

Laminas 2/6

Laminas 3/6

Laminas 4/6

Laminas 5/6

Laminas 6/6

4.2 Características de los Puentes Por Alternativa

El informe preliminar vial, del cual forma parte el presente capítulo, entrega una detalla relación de las alternativas propuestas, describiendo además los emplazamientos de cada puente.

Seguidamente se resume esta información para explicar el emplazamiento de cada uno de los puentes requeridos.

Las denominaciones son las mismas que en el estudio vial.

Las longitudes preliminares propuestas para los puentes en cada emplazamiento, se han mantenido respecto de las propuestas por la vialidad, ya que se considera que en esta etapa unos metros más o menos, no representan mayor importancia, ya que este aspecto será afinado en fases posteriores del estudio.

4.2.1 Alt. 1: Emplaza. Pte. Hualqui (Coronel- Patagual-Hualqui- Copiulemu)

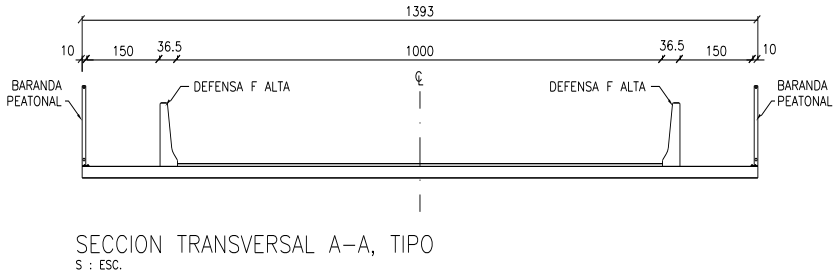
Se propone conectar la Ruta O-852, recientemente pavimentada, que une Coronel – Patagual en aproximadamente 18 Km. con la zona Oriente de Hualqui, y utilizando un By Pass a Hualqui conectar con la Ruta O-670 que lleva hasta Copiulemu en la O-50 Cabrero – Concepción, luego de recorrer aproximadamente 25 Km. Se requiere en este caso un puente de aproximadamente 1200 m, situado frente a la llegada de la Ruta O-852, sector Patagual localizado junto a la Ruta Concepción-Santa Juana.

En la zona se proponen dos alternativas viales para conectar el estribo Norte (Oriente) del puente con la ciudad de Hualqui, pero ambas utilizan el mismo emplazamiento propuesto. La figura siguiente ilustra las características del sector de emplazamiento propuesto:



La Alternativa 1 propuesta, en lo que se refiere al puente y dado el estándar de la rutas que une, se considera en calzada simple.

De acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras 3.1000, lámina 3.1003.101.A., el ancho mínimo de calzada deberá ser de 10 m, (1.5+7+1.5), a lo que se debe sumar dos aceras de 1.5 m, segregadas por defensas de hormigón de 0.365 m, cada una. Adicionalmente, debe incorporarse una baranda peatonal en los extremos. El perfil tipo debe tener por tanto un ancho total de 13,93 m.



SECCION TRANSVERSAL A–A, TIPO
S : ESC.

El puente se localiza aproximadamente frente al empalme de la Ruta O-852 con la Ruta 156 Concepción-Santa Juana, en la zona aledaña al río, ya que el empalme mencionado se produce a cierta distancia, pudiendo acercarse el acceso al puente al río para disminuir su longitud.

En estos términos resulta un puente de aproximadamente 1200 m de longitud, dado que el puente se sitúa en un sector donde se produce una curva del río generándose una zona de inundación. Esta longitud podrá precisarse luego, cuando se cuente con información cartográfica de mayor precisión y se acceda a la ribera Sur, lo que no fue posible en esta ocasión. Si fue inspeccionada la ribera Norte, y existe una explanada alta junto al río, de buenas características para la llegada y el empalme con la vialidad. La llegada a la ribera Norte del puente debe considerar que corre el ferrocarril en una zona muy próxima a la ribera, el cual debe pasarse a desnivel.

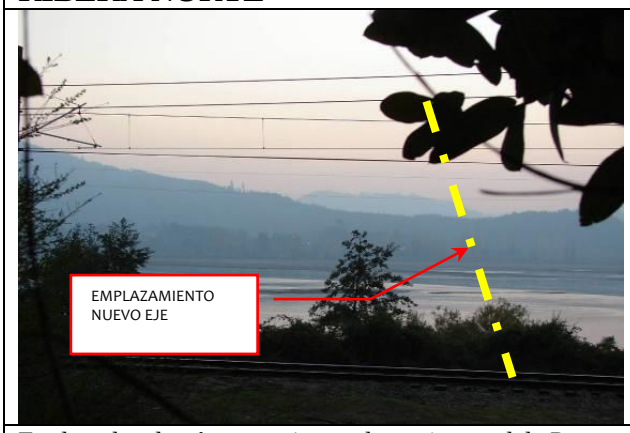
Las fotos siguientes ilustran las características principales de las zonas descritas:

RIBERA SUR. SECTOR PATAGUAL	
	
Vista Al Oriente Desde Ruta 156. Ruta O-852 Llega por el Sur	Empalme Ruta O-852 / Ruta 156, Mediante una Curva para acceder a un punto de menor riesgo para empalme

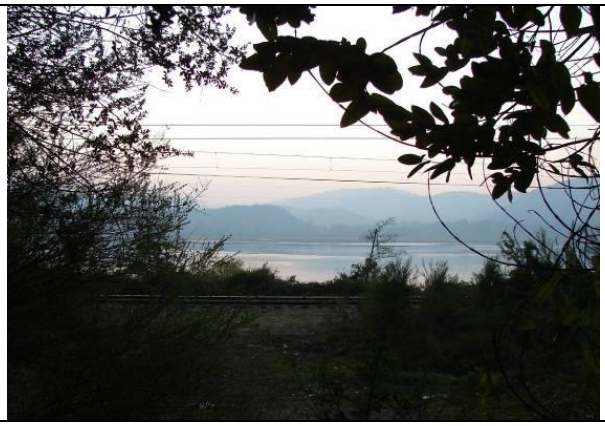


Vista desde la llegada de la Ruta O.852 Hacia el río, Posibles lugares de emplazamiento del Nuevo Puente.

RIBERA NORTE



Explanada de Acceso 1 emplazamiento del Puente Alternativa 1. Sector llegada Ribera Norte.



Explanada de Acceso y Cruce del Ferrocarril, Zona de llegada Alternativa 1, Acceso Norte.

Un análisis preliminar de la zona de emplazamiento propuesta, permite concluir que es una zona factible para el emplazamiento de un puente. Presenta una llegada en ribera Norte en una zona bastante bien conformada, donde es factible emplazar un estribo, pasando previamente por sobre el ferrocarril. Es necesario revisar con mayor detención la ribera Sur, de ser este un emplazamiento que se mantenga como posibilidad en el tiempo.

El subsuelo del sector del río donde se propone el emplazamiento debiera ser arenoso, por lo cual la alternativa de fundación para el puente será seguramente de pilotes.

El puente tendrá una altura normal, no mayor a 10 m sobre el lecho del río, subiendo probablemente hacia el Norte, para facilitar el paso sobre el ferrocarril.

El puente será levemente más largo que en otros emplazamientos, tanto por las características del río en el sector, como por el hecho de que además el puente debe salvar la línea férrea localizada muy próxima a la ribera Norte.

Dado lo abrupto de la ribera Norte, en la zona aledaña al emplazamiento, no se ven factibles emplazamientos alternativos en el sector. El emplazamiento propuesto y la zona de llegada se consideran bien elegidos, siendo necesario profundizar a futuro en las características que presenta la ribera Sur.

4.2.2 Alt. 2: Emplaza. Pte Sector Sta Juana. (Sta Juana-Talcamávida-Rere-Yumbel)

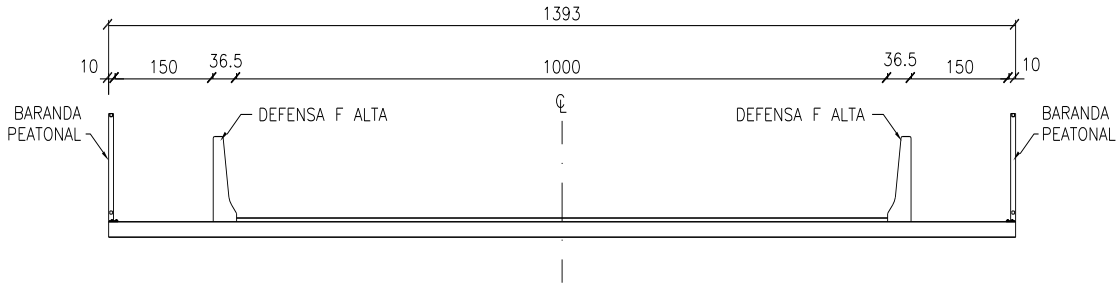
Se propone conectar la Ruta O-884 que es la continuación natural de la Ruta 156 pero por la ribera Sur del río, con Talcamávida en la ribera Norte, y a través de la vialidad existente mejorada, conectar con la localidad de Rere y Yumbel.

En la zona se propone una sola alternativa vial, la que utiliza el emplazamiento propuesto. La figura siguiente ilustra las características del sector de emplazamiento propuesto:



La Alternativa 2 propuesta, en lo que se refiere al puente y dado el estándar de la rutas que une, se considera en calzada simple.

De acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras 3.1000, lámina 3.1003.101.A., el ancho mínimo de calzada deberá ser de 10 m, (1.5+7+1.5), a lo que se debe sumar dos aceras de 1.5 m, segregadas por defensas de hormigón de 0.365 m, cada una. Adicionalmente, debe incorporarse una baranda peatonal en los extremos. El perfil tipo debe tener por tanto un ancho total de 13,93 m.



SECCION TRANSVERSAL A–A, TIPO
S : ESC.

El puente se localiza aproximadamente a 4 km al Oriente de Santa Juana, debiendo empalmar con la Ruta O-884 mejorada. Cruza el río con dirección al Nor Poniente, para llegar a la ribera Norte al Oriente de Talcamávida. Dede ahí sube por trazado nuevo hasta empalmar con la Ruta O-60 que permite llegar a Rere y Yumbel.

En estos términos resulta un puente de aproximadamente 1100 m de longitud, dado que el puente se sitúa en un sector donde se produce una baja de la velocidad del río, meandros y divagaciones, generando un ancho importante entre riberas. La longitud crece además, debido a que no es posible cruzar en la mejor forma, para capear una zona de cerros en la ribera Norte, no apta para generar un adecuado empalme con la vialidad que será necesario construir en el sector. La ribera Sur, en tanto, presenta mejor condición para el emplazamiento, según se muestra en fotos siguientes.

La longitud final del puente podrá precisarse luego, cuando se cuente con información cartográfica de mayor precisión. Se inspeccionaron ambas riberas, y existe una explanada alta junto al río, de buenas características para la llegada y salida del eje y su empalme con la vialidad. La llegada a la ribera Norte del puente debe considerar que corre el ferrocarril en una zona muy próxima a la ribera, el cual debe pasarse a desnivel, probablemente con una estructura adicional.

Las fotos siguientes ilustran las características principales de las zonas descritas:

<table>
<tr><td>RIBERA SUR. SECTOR SANTA JUANA</td><td></td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>Zona de emplazamiento del Nuevo Eje. Se aprecian características de la Ribera Sur y Norte.</td><td>Ruta O-884, donde empalma el Nuevo emplazamiento del Puente. Vista al Oriente.</td></tr>
<tr><td>  </td><td></td></tr>
<tr><td>Ruta O-884, donde Empalma el Nuevo emplazamiento del Puente. vista al Poniente.</td><td></td></tr>
<tr><td>RIBERA NORTE. SECTOR TALCAMÁVIDA</td><td></td></tr>
</table>

	
Ribera Norte Vista desde el Sur.	

Un análisis preliminar de la zona de emplazamiento propuesta, permite concluir que es una zona factible para el emplazamiento de un puente, si bien presenta un ancho importante entre riberas, lo que obliga a una longitud de puente también importante. Esto se ve agravado por el hecho de que el puente a proyectar presenta un leve esviaje respecto del río, para alejarse de una zona de cerros de gran altura localizada en la ribera Norte. Debe explorarse la posibilidad de mejorar el emplazamiento, aunque sea a nivel micro, desplazando el eje de modo de correr la entrada y salida Sur, permitiendo esto enfrentar el río de un modo menos desviado. Lamentablemente existen limitaciones, pero se consideran factibles de ser corregidas con el proyecto vial.

El subsuelo del sector del río donde se propone el emplazamiento debiera ser arenoso, por lo cual la alternativa de fundación para el puente será seguramente de pilotes.

El puente tendrá una altura normal, no mayor a 10 m sobre el lecho del río, subiendo probablemente hacia el Norte, para facilitar el paso sobre el ferrocarril.

El emplazamiento propuesto y la zona de llegada se consideran bien elegidos, siendo necesario analizar a futuro la posibilidad de mejorar el encaje del eje en el emplazamiento propuesto.

4.2.3 Alt. 3: Emplaza. Pte Sector Sta Juana-Buenuraqui.(Sta Juana-Buenuraqui-Rere-Yumbel)

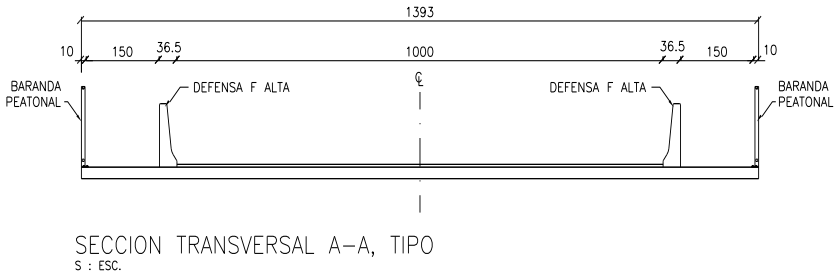
Se propone conectar la Ruta O-884 que es la continuación natural de la Ruta 156 pero aledaña a la ribera Sur del río, mediante camino nuevo, con Buenuraqui, localidad pequeña situada en la ribera Norte del río, que cuenta con estación de ferrocarril. Se requiere mejorar la vialidad existente en la ribera Norte para conectar con la localidad de Rere y Yumbel.

En la zona se propone una sola alternativa vial, la que utiliza el emplazamiento propuesto. La figura siguiente ilustra las características del sector de emplazamiento propuesto:



La Alternativa 3 propuesta, en lo que se refiere al puente y dado el estándar de la rutas que une, se considera en calzada simple.

De acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras 3.1000, lámina 3.1003.101.A., el ancho mínimo de calzada deberá ser de 10 m (1.5+7+1.5), a lo que se debe sumar dos aceras de 1.5 m, segregadas por defensas de hormigón de 0.365 m cada una. Adicionalmente, debe incorporarse una baranda peatonal en los extremos. El perfil tipo debe tener por tanto un ancho total de 13,93 m.



SECCION TRANSVERSAL A–A, TIPO
S : ESC.

El puente se localiza aproximadamente a 16 km al Oriente de Santa Juana, debiendo empalmar con la Ruta O-884 mejorada y siguiendo un trazado nuevo por la ribera del Sur del río. Cruza el río con dirección Nor Oriente, para llegar a la ribera Norte en un sector aledaño a la estación de ferrocarril de Buenuraqui, el cual deberá precisarse en futuras fases del estudio. Desde ahí sube por trazado nuevo hasta empalmar con la Ruta O-60 que permite llegar a Rere y Yumbel.

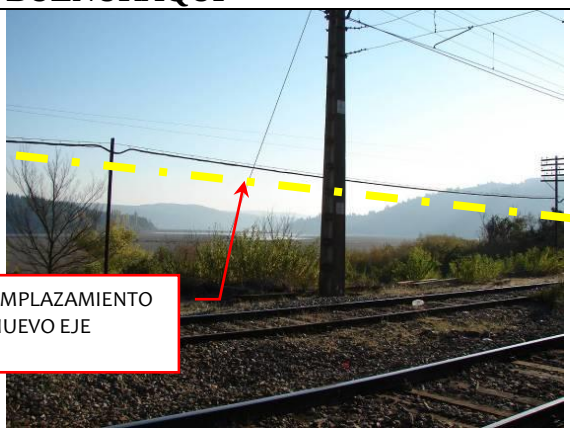
En estos términos resulta un puente de aproximadamente 800 m de longitud, en un emplazamiento bastante conveniente dado que se sitúa en un sector encajonado del río. El eje desde la ribera Sur deberá sortear zonas de cerros de altura considerable, siguiendo sólo parcialmente desarrollos existentes, llegando a la ribera del río por zonas bajas que pasan entre los cerros. La ribera Norte en cambio, cuenta con unas zonas bajas que permiten recibir el puente sin problemas. La longitud puede crecer algo debido a lo

escarpada de la llegada por el Sur y si se quiere salvar al mismo tiempo la línea férrea localizada a unos 100 m de la ribera.

La longitud final del puente podrá precisarse luego, cuando se cuente con información cartográfica de mayor precisión. Se analizará en esa fase también, la conveniencia de desnivelar el cruce sobre el ferrocarril, utilizando el puente o bien una estructura exclusiva para tal objeto.

Se inspeccionaron las riberas, y se reconoce la ribera Sur como las de mayor complejidad, por ser escarpada, obligando a llegar al río a una buena altura. La ribera Norte no presenta mayores problemas, salvo la cercanía de la zona urbana y la estación del ferrocarril, obligando a estudiar un lugar adecuado de paso.

Las fotos siguientes ilustran las características principales de las zonas descritas:

RIBERA SUR. SECTOR BUENURAQUI	
	
Accesos existentes en zona aledaña al emplazamiento propuesto para el Eje.	Ribera Sur, desde Ribera Norte. Se aprecia zona de cerros de altura importante aledaños al Río.
RIBERA NORTE. SECTOR BUENURAQUI	
	
Zona de explanadas aledañas al Río.	Línea Férrea en Estación Buenuraqui, Sector aledaño a la Ribera.

Un análisis preliminar de la zona de emplazamiento propuesta, permite concluir que es una zona factible para el emplazamiento de un puente, presentando un ancho de río menor que las restantes alternativas analizadas hasta ahora (Alternativas 1 y 2).

En fases siguientes se afinará la posición del eje del puente, en el emplazamiento propuesto, a la luz de información más precisa y de la optimización de las conexiones con la vialidad de continuidad.

El subsuelo del sector del río donde se propone el emplazamiento debiera ser arenoso, por lo cual la alternativa de fundación para el puente será seguramente de pilotes.

El puente tendrá una altura normal, no más de 10 m sobre el lecho del río, subiendo probablemente en la ribera Sur para mejorar el empalme con la nueva vialidad.

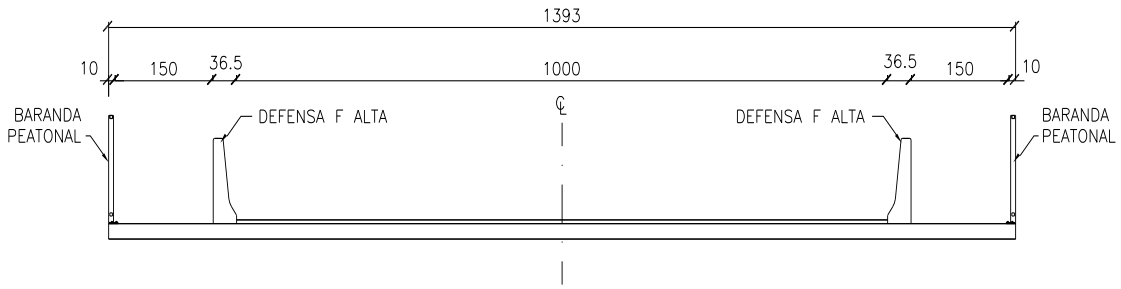
Tal como se señaló, se debe analizar la mejor opción de cruce sobre el ferrocarril.

El emplazamiento propuesto y la zona de llegada se consideran bien elegidos, siendo necesario analizar a futuro la posibilidad de mejorar el encaje del eje en el emplazamiento propuesto.

4.2.4 Alt. 4: Emplaza. Pte Sector Laja.(Camino O-880-Vialidad Especial con Bypass Laja)

Se proponen dos alternativas de emplazamiento del puente, para dos soluciones básicamente idénticas en su origen y destino. La Alternativa 4, cruza el río en el sector central de Laja, junto al río Laja siguiendo una dirección paralela a su ribera Oriente hacia el Norte. La Alternativa denominada 4 A, cruza el río en un sector despejado al Oriente de la ciudad, aproximadamente 4 Km. aguas arriba del emplazamiento de la Alternativa 4, anterior.

Ambas alternativas de emplazamiento del puente, están pensadas para una calzada simple, por lo cual cumplen con la geometría ya descrita, y que requiere un ancho de 13,93 m.



SECCION TRANSVERSAL A–A, TIPO
S : ESC.

Se describen seguidamente las particularidades de cada alternativa.

ALTERNATIVA 4

El emplazamiento propuesto es al Oriente de la Alternativa 3 en la zona de Laja, y utiliza para acceder desde el Sur la Ruta O-880, mejorada, complementada con un tramo nuevo de acceso directo al emplazamiento, la que sigue dirección Nor Poniente. Luego de cruzar el río, el trazado empalma con el eje O-90Q, importante, de buen estándar, que permite el acceso a Laja desde la Ruta 5 desde el Norte a través de la mencionada Ruta.

El puente se localiza aproximadamente a 28 km al Oriente de Santa Juana por la ribera Sur del Bíobío, y en estos términos resulta un puente de aproximadamente 1000 m de longitud, dado que se sitúa en un sector complejo del río, muy influenciado por la llegada del río Laja, lo que genera amplias zonas de inundación.



El eje desde la ribera Sur deberá sortear zonas de cerros de altura considerable, siguiendo desarrollos existentes muy escarpados, llegando a la ribera del río por zonas bajas entre dichas cumbres. La ribera Norte en cambio, cuenta con zonas bajas y amplias explanadas que permiten recibir el puente sin problemas, si bien el acceso es en un sector urbano de la ciudad.

La longitud final del puente podrá precisarse luego, cuando se cuente con información cartográfica de mayor precisión, sin embargo no parece que sea significativa la disminución de longitud posible. La zona de emplazamiento está muy condicionada por la menor velocidad que toma el Bíobío al encontrarse con el río Laja, lo que genera grandes zonas de embancamiento de arena, con menor velocidad, y que obligan a un mayor ancho del río.

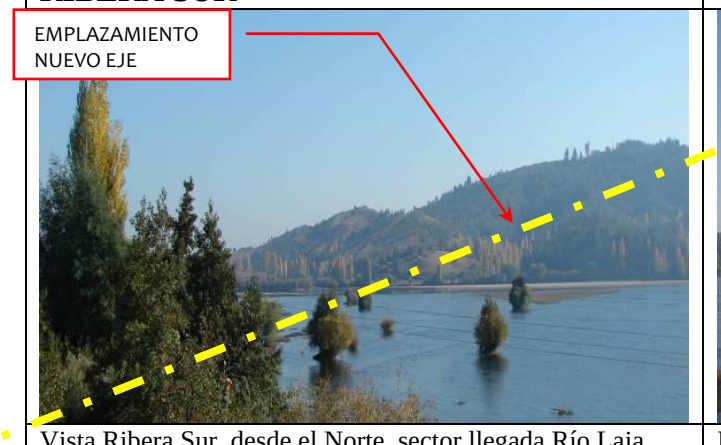
Se inspeccionaron ambas riberas, y existen condiciones complejas para acceder desde el Sur, en ribera Sur, no existiendo problemas en la llegada en ribera Norte. Es probable que el puente requiera de defensas fluviales para proteger las zonas de inundación en ribera Norte.

La llegada del puente en la ribera Norte, se produce muy próxima al acceso al puente Laja existente ferroviario (probablemente también al nuevo puente vial, ya que se emplazará en un sector aledaño), y a la línea férrea de conexión, debiendo preverse una forma de cruce a desnivel. El puente previsto, de 1000 m de longitud no será suficiente para esto, debiendo preverse una estructura complementaria.

Se propondrá además, en las fases siguientes del estudio, que el eje se desaplace levemente al Oriente en la ribera Sur, para alejarse de la llegada de un estero que desemboca en el Bíobío, lo que permitirá además asegurar que la longitud del puente no supere los 1000 m, previstos.

Las fotos siguientes ilustran las características principales de las zonas descritas:

RIBERA SUR



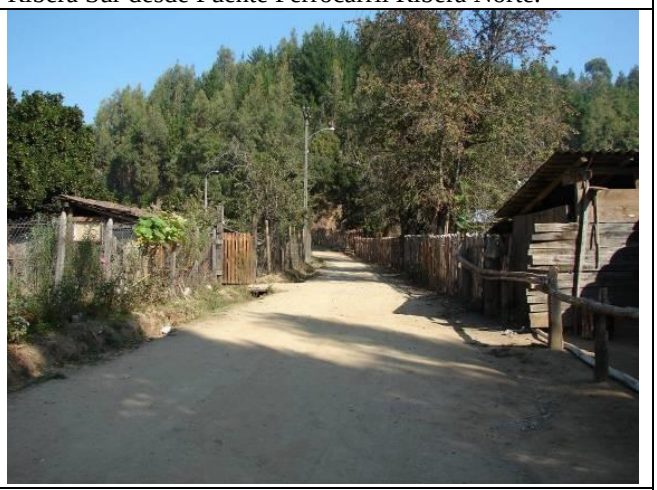
Vista Ribera Sur, desde el Norte, sector llegada Río Laja



Ribera Sur desde Puente Ferrocarril Ribera Norte.



Sector Ribereño, lado Sur.



Vialidad local existente de Conexión por Ribera Sur.

<table>
<tr><td colspan="2">RIBERA NORTE</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Vista de la Ribera Norte, Puente Ferroviario y Ciudad de Laja, desde el Sur.</td><td>Acercamiento Sector Ribereño Norte, Puente Ferroviario Rio Laja. lado derecho zona de emplazamiento Puente.</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Puente Ferrovial existente, adaptado para paso de vehículos livianos.</td><td>Línea Férrea en Zona de emplazamiento Nuevo Puente Bíobío.</td></tr>
<tr><td> 
</td><td></td></tr>
<tr><td>Zona emplazamiento Nuevo Eje en Ribera Norte, aledaña al Río Laja.</td><td></td></tr>
</table>

Un análisis preliminar de la zona de emplazamiento propuesta, permite concluir que es una zona factible para el emplazamiento de un puente, si bien presenta un ancho importante entre riberas, lo que obliga a una longitud de puente también importante.

El emplazamiento propuesto, es muy cercano a la llegada del río Laja, lo que conllevará a futuro algunas complejidades de tipo constructivo, ya que deberá lidiarse con el comportamiento de dos ríos en lugar de sólo uno.

Debe explorarse la posibilidad de mejorar el emplazamiento, aunque sea a nivel micro, desplazando el eje levemente hacia el Oriente, de manera de alejarlo algo al menos de la influencia de la llegada del río Laja y de un estero que corre por la ribera Sur y que desemboca muy próximo al emplazamiento.

El subsuelo del sector del río donde se propone el emplazamiento debiera ser arenoso, por lo cual la alternativa de fundación para el puente será seguramente de pilotes.

El puente tendrá una altura normal, no más de 10 m sobre el lecho del río, subiendo probablemente hacia el Norte, para facilitar el paso sobre el ferrocarril.

El emplazamiento propuesto y la zona de llegada se consideran bien elegidos, si bien tienen la complejidad de arribar a una zona de características muy urbanas, muy cerca del puente ferroviario.

ALTERNATIVA 4A

El emplazamiento propuesto es muy similar a la Alternativa 4, al Oriente de dicha alternativa, ideado para mejorar la zona de acceso a la ribera Norte, lejos del área urbana.

Utiliza siempre para acceder desde el Sur la Ruta O-880, mejorada, complementada con un tramo nuevo de acceso directo al emplazamiento, la que sigue dirección Nor Oriente esta vez. Luego de cruzar el río, el trazado empalma con la Ruta Q-34, que viene desde el Oriente (Los Angeles), y que accede a Laja. En el sector de empalme del nuevo eje con la Ruta Q-34, esta tiene características peri urbanas, en una zona aledaña a la planta de celulosa.

El puente se localiza aproximadamente a 28 km al Oriente de Santa Juana por el Sur, y en este emplazamiento alternativo resulta un puente de aproximadamente 800 m de longitud, dado que se sitúa en un sector donde el río corre muy encajonado. La llegada a la zona industrial de Laja es a cierta distancia de la Ruta Q-34 y de la línea férrea (aproximadamente 200 m). La ribera Sur es escarpada y la ribera Norte es plana, esta última cuenta con algunas defensas para evitar la erosión del río.



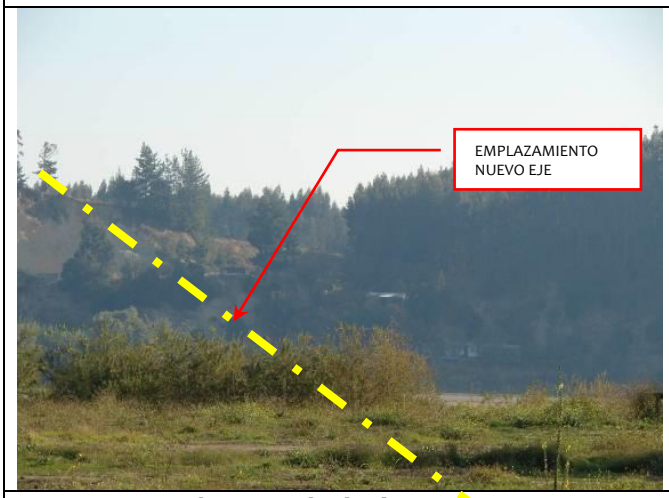
El eje desde la ribera Sur deberá sortear zonas de cerros de altura considerable, siguiendo desarrollos existentes muy escarpados, llegando a la ribera del río por zonas bajas entre dichas cumbres. La ribera Norte en cambio, cuenta con zonas bajas y amplias explanadas que permiten recibir el puente sin problemas, si bien el acceso es en una zona de desarrollo industrial de la ciudad, en un sitio de uso industrial.

La longitud final del puente podrá precisarse luego, cuando se cuente con información cartográfica de mayor precisión, sin embargo no parece que sea significativos los cambios posibles.

Se inspeccionaron ambas riberas, y existen condiciones complejas para acceder sesde el Sur, en ribera Sur, no existiendo problemas en la llegada en ribera Norte.

La llegada del puente en la ribera Norte, se produce en un terreno disponible aledaño a la planta de celulosa, muy próximo a la urbe de Laja. Debe considerarse la pasada por la línea férrea existente, que al estar muy retirada de la ribera, motivará probablemente la utilización de una estructura a desnivel.

Las fotos siguientes ilustran las características principales de las zonas descritas:

RIBERA SUR	
	
Acercamiento Ribera Sur, desde el Norte.	Suelo Maicillo Arenoso de los Cerros de la Ribera Sur.



Vialidad Local existente en Ribera Sur, aledaña al Río.



Características de la Ribera Sur, abrupta.

RIBERA NORTE



Ribera Norte del Río en la Zona de Emplazamiento del Puente, desde Ribera Sur.



Ribera Norte, zona de Emplazamiento del Eje, junto al Galpón de la Celulosa.



Explanada de acceso emplazamiento Nuevo Puente en Ribera Norte, Vista al Sur.



Línea Férrea aledaña a Ruta Q-34, Vista al Oriente

	
Línea Férrea aledaña a Ruta Q-34, Vista al Poniente	

Un análisis preliminar de la zona de emplazamiento propuesta, permite concluir que es una zona factible para el emplazamiento de un puente, cruzando en una zona óptima para este objeto, obteniéndose un puente de longitud menor.

Debe explorarse la posibilidad de mejorar el emplazamiento, aunque sea a nivel micro, en la ribera Sur, obteniéndose así una vialidad con desarrollo menos abrupto que el actual, siguiendo rutas existentes, todas de pendientes muy pronunciadas.

El subsuelo del sector del río donde se propone el emplazamiento debiera ser arenoso, por lo cual la alternativa de fundación para el puente será seguramente de pilotes.

El puente tendrá una altura normal, no más de 10 m., sobre el lecho del río, subiendo probablemente hacia el Norte, para facilitar el paso sobre el ferrocarril.

El emplazamiento propuesto y la zona de llegada se consideran bien elegidos, siendo necesario analizar a futuro la posibilidad de mejorar el encaje del eje en el emplazamiento propuesto. El río en el sector se desplaza en una zona recta de ancho uniforme, sin mayores interferencias, y debe llevar un caudal considerablemente menor que el que se produce luego de sumarse el río Laja.

4.3 Prediseño Ejes Viales

4.3.1 Alternativa 1: Corredor para Puente en Hualqui

Si el puente se ubica en la localidad de Hualqui la conexión con la red relevante pavimentada, por la ribera oriente, se realiza a través de dos rutas:

- Hualqui – Copiulemu para acceder a la Ruta O-50, que conecta al este, con la Ruta 5 Sur a la altura del Km 460, y al oeste con la ciudad de Concepción y el área portuaria de la VIII región.
- La Ruta O-60, Hualqui – Chiguayante – Concepción, permite acceder directamente a la zona del Gran Concepción.

Por la ribera poniente las rutas relevantes son la vía concesionada llamada Camino de la Madera, O-70-Q,, ubicada aproximadamente paralela al cauce del río Bíobío y que comunica con el borde sur-poniente del Bíobío y la Ruta O-852, Patagual-Coronel, que empalma con la ruta nacional 160 CH.

4.3.1.1 Análisis General Corredor Alternativa 1

El análisis que sigue corresponde a la Ruta O-852 - Hualqui - Copiulemu, considerando la construcción de un puente sobre el río Bíobío y un cambio de estándar en la ruta Hualqui – Copiulemu que incluye calzada pavimentada de 7 m., bermas de 1,5 m y SAP variable entre 1 y 0,5 m según la condición de altura de los terraplenes, saneamiento compatible con las condiciones climáticas y del camino y seguridad vial acorde con la normativa vigente.

Para efecto del análisis este camino se divide en los siguientes tramos:

- Ruta O-852- Puente Alternativa 1 - Hualqui
- Acceso Hualqui - Copiulemu

4.3.1.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 1

Diseño Geométrico Tramo Ruta O-852 - Puente Alternativa 1 - Hualqui

Este tramo puede subdividirse en los sectores Ruta O-852 – Puente Alternativa 1 y Puente Alternativa – Hualqui.

En el primer sector, de 711 metros, se diseña la intersección entre la ruta Patagual - Coronel (Ruta O-852) y el acceso al puente. Su geometría tanto en planta como en alzado, será la adecuada para una zona restrictiva, de baja velocidad.

En el segundo sector se proyecta un trazado nuevo, que ocupa parcialmente vías existentes, para la conexión del nuevo puente con la ruta que va a Copiulemu, mediante una ruta nueva bordeando la ciudad de Hualqui.

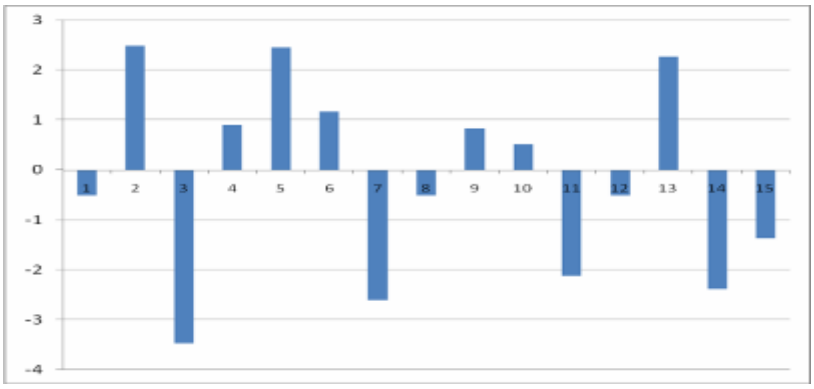
En este trazado el 80,0% de las curvas horizontales tienen parámetros para velocidad de proyecto igual o superior a 80 Km/hr, presentándose sólo en 20% del trazado curvas horizontales restringidas para 60 Km/hr. En el cuadro siguiente se puede apreciar esta situación en forma resumida, el detalle del diseño en planta se incluye al final de este numeral.

Cuadro Nº 4.1 : Radio de Curvas Horizontales

RADIO	CURVAS
[°]	[%]
120	6,7
140	13,3
260	26,7
600	6,7
1500	33,3
1700	6,7
4500	6,7

Por otra parte, en cuanto al alzado, el 100% de las pendientes está bajo el 4%, lo que permite un tránsito sin dificultades en este aspecto.

Figura Nº 4.2 : Representación Gráfica de Pendientes y Gradientes



Diseño Geométrico Tramo Acceso Hualqui - Copiulemu

La geometría de este tramo, de aproximadamente 16 Km, debe ser mejorado tanto en su en planta como en alzado con el objetivo de lograr, con un cambio de estándar, parámetros de diseño para 80 Km/hr.

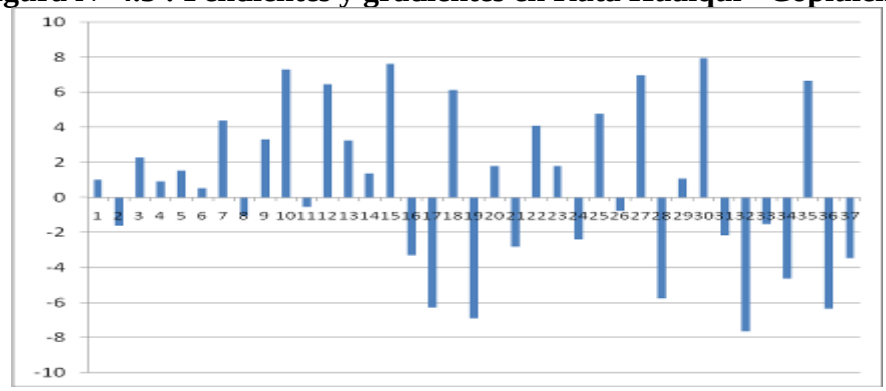
Este tramo se caracteriza por un número muy alto de curvas y pendientes que alcanzan el 15% se proyecta con parámetros correspondientes a velocidad de proyecto de 80 Km/hr con restricciones puntuales. El resultado de este análisis se entrega en detalle en los cuadro de Rectas y Curvas y de Elementos de la Rasante. Una visión resumida de las características de la planta se entrega en el cuadro siguiente. Puede observarse que un 97,8% de las curvas tienen radios para velocidades de proyecto de 80 Km/hr y superiores.

Cuadro Nº 4.2 : Radios de Curvas Horizontales

RADIOS	CURVAS
[°]	[%]
190	2,17
250	15,22
255	2,17
260	63,04
265	2,17
270	2,17
300	2,17
1500	10,87

Por su parte el alzado se caracteriza por pendientes que en su mayoría no sobrepasan el 6% ubicándose el 56,8% bajo el 4% y entre 6% y 8% sólo se ubica el 29.7% de las pendientes.

Figura Nº 4.3 : Pendientes y gradientes en Ruta Hualqui - Copiulemu



La combinación de longitudes importantes con pendientes pronunciadas da lugar a zonas con disminución considerable de velocidad, entorpeciendo el flujo vehicular y que podrían provocar maniobras arriesgadas de adelantamiento, por ello el Manual De Carreteras recomienda en esos casos considerar terceras pistas. Esto ocurre en dos sectores, donde se han proyectado terceras pistas de 3,5 m de ancho y en longitudes de 760 y 660 metros respectivamente. Ambas pistas se ubican en el lado derecho, y se inician en las Dm 6.138,382 y 12.435,186 respectivamente.

Intersecciones

Las intersecciones existentes se mantienen, mejorando su geometría y proyectando cuellos simples adecuados al tránsito local. Las intersecciones consideradas son Agua de la Gloria, Chauqueli, Chaimávida, Vecinal, San Miguel, Vaquería, Cementerio Copiulemu y Copiulemu.

Estructuras

La única que existe es el Puente El Águila, que corresponde a una estructura nueva que no requiere ser mejorada o modificada.

Expropiaciones

Como ya se señaló la faja del camino existente resulta insuficiente para contener la sección transversal de la vía proyectada y por otra parte los mejoramientos geométricos exigen salir del marco de la faja actual, cuestiones ambas que generan superficies de expropiación que suman 82,0 hectáreas de terrenos de dedicación forestal en las que no se observan construcciones.

4.3.1.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 1

En la página siguiente se presenta el presupuesto del corredor vial de la alternativa analizada.

4.3.1.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 1

A continuación se presenta el plano de planta general de la Alternativa 1 analizada en un plano escala 1:50.000.

Cuadro Nº 4.3 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 1

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	96	12.016	1.153.536
101-2	Remoción de Ductos	m	389	6.910	2.687.990
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	32	6.899	220.768
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	66	12.422	819.852
101-11	Remoción de Cercos	m	46.500	1.158	53.847.000
101-14	Traslado de Postación	Nº	28	714.331	20.001.268
101-13	Remoción de Casetas de Paraderos para la Locomoción Colectiva	Nº	9	126.412	1.137.708
101-18	Remoción de Árboles	Nº	194	85.200	16.528.800
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	Km	20,92	666.060	13.933.975
106-1	Instalación de Faena y Campamentos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	164.686	2.512	413.691.232
201-2	Remoción material inadecuado	m3	113.043	2.550	288.259.140
201-3	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturaleza	m3	1.130.428	3.497	3.953.106.716
202-1.A	Excav.de Corte en Terreno de Cualquier Natu.para Obras de Drenaje y Estructuras	m3	14.713	1.728	25.424.064
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	1.200.525	7.660	9.196.021.500
206-1	Relleno Estructural	m3	6.838	10.901	74.541.038
206-2.C	Relleno Estructural en Zanja, Tipo 3 (Cama de Apoyo)	m3	450	4.465	2.009.250
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	334.680	674	225.574.320
210-1	Apertura, Explotación y Abandono Empréstitos	Gl	1	5.000.000	5.000.000
300	**CAPAS GRANULARES**				
301-2	Subbase granular CBR > 40%	m3	49.380	10.804	533.501.520
302-1	Base Granular, CBR ? 80%	m3	59.443	11.290	671.111.470
307-1	Plantas de Producción de Materiales	Gl	1	5.000.000	5.000.000
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	268.427	1.982	532.022.314
402-1	Riego de Liga	m2	178.758	582	104.037.156
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	12.674	161.894	2.051.844.556
408-2	Concreto asfáltico de capa intermedia	m3	12.513	149.786	1.874.272.218
500	**PUENTES Y ESTRUCTURAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	150	86.222	12.933.300
501-4	Hormigón H-20	m3	242	147.341	35.656.522
501-6	Hormigón H-30	m3	3.151	174.782	550.738.082
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	257.257	2.200	565.965.400
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-1A	Tubo Circular de Hormigón Simple D=0,30 m	m	93,0	31.000	2.883.000
601-1B	Tubo Circular de Hormigón Simple D=0,40 m	m	282,0	35.133	9.907.506
601-1C	Tubo Circular de Hormigón Simple D=0,50 m	m	80,0	41.094	3.287.520
601-1D	Tubo Circular de Hormigón Simple D=0,60 m	m	26,0	46.267	1.202.942
601-1E	Tubo Circular de Hormigón Simple D=0,80 m	m	15,0	62.688	940.320
601-1F	Tubo de Cemento Comprimido de Alta Resistencia D=800 mm	m	366,0	64.273	23.523.918
601-1G	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple,D=1000mm	m	264,0	81.840	21.605.760
601-1H	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple,D=1200mm	m	51	86.800	4.426.800
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	80	186.524	14.921.920
605-3.A	Descarga de Agua en Tubos de Metal Corrugado, D=0,6 m	m	480	72.953	35.017.440
607-1	Solera con Zarpa de hormigón	m	10.900	18.393	200.483.700
609-1	Cunetas de Hormigón	m	10.300	10.206	105.121.800
613-1	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos a revestir con Hormigón	m	77.630	8.975	696.729.250
614-3	Revestimiento de Canales, fosos y contrafosos	m3	13.430	147.341	1.978.789.630
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	77.600	4.234	328.558.400
702-1.A	Señalización Vertical Lateral de un Poste	Nº	308	80.000	24.640.000
702-1.B	Señalización Vertical Lateral de dos Postes	Nº	77	150.000	11.550.000
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	39	20.000	780.000
702-5.E	Delineadores Direccionales	Nº	77	25.000	1.925.000
704-1.A	Demarcación del Pavimento, Línea Central Continua Tipo C1	Km	11,60	1.360.772	15.784.955
704-2.A	Demarcación del Pavimento, Línea Segmentada Tipo A	Km	11,6	586.784	6.806.694
704-4.A	Demarcación de pavimentos, línea Tipo M	Km	15,4	1.400.000	21.560.000
704-5.A	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Continua Tipo C2	Km	77,0	1.072.307	82.567.639
704-6	Demarcaciones del Pavimento, Líneas, Achurados, Símbolos y Leyendas	m2	120	4.794	575.280
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	7.219	7.956	57.434.364
706-1.A	Casetas para paraderos de Locomoción Colectiva (Metálicas)	Nº	9	1.500.000	13.500.000
707-1	Barreras Metálicas Simples, de Doble Onda	m	9.800	38.592	378.201.600
800	**OBRAS VARIAS**				
804-1	Apertura, Uso y Abandono de Botaderos	gl	1	10.000.000	10.000.000
				TOTAL PROYECTO VIAL	**25.293.766.134**
	EXPROPIACIONES ZONA RURAL	Ha	65,8	2.050.000	134.890.000
	EXPROPIACIONES ZONA URBANA HUALQUI	Ha	14,2	384.180.000	5.455.356.000
	TOTAL PRESUPUESTO				**30.884.012.134**

1 hoja planta general

4.3.2 Alternativa 2: Corredor para Puente en Santa Juana

Para el puente ubicado en la localidad de Santa Juana la conexión con la red relevante pavimentada, por la ribera oriente es a través de las rutas Talcamávida – Yumbel, para acceder finalmente a la Ruta O-50, que conecta al este, con la Ruta 5 Sur a la altura del Km 460, y al oeste con la ciudad de Concepción y el área portuaria de la VIII región. Por la ribera poniente la ruta relevante mas cercana es la vía concesionada llamada Camino de la Madera, ubicada aproximadamente paralela al cauce del río Bíobío y a la que se accedería a través de la Ruta O-884, construyendo un nuevo tramo entre el borde del río y esta última ruta.

En este caso se analizarán dos ubicaciones para el puente, una por el poniente y otra por el oriente de la ciudad.

4.3.2.1 Análisis General Corredor Alternativa 2

El análisis que sigue corresponde al mejoramiento de las rutas Talcamávida – Yumbel y el tramo nuevo entre la ribera poniente del río Bíobío y la Ruta O-884, considerando un cambio de estándar que incluye calzada pavimentada de 7 m., bermas de 1,5 m y SAP variable entre 1 y 0,5 m según la condición de altura de los terraplenes, saneamiento compatible con las condiciones climáticas y del camino y seguridad vial acorde con la normativa vigente.

También se debe considerar que entre la Ruta O-50 y la ciudad de Yumbel hay una distancia de aproximadamente 9 Km y que el cruce por la ciudad misma se efectúa por una vía especialmente acondicionada para los camiones, circunvalación de la ciudad, de una longitud de 2, 5 Km.

Las ubicaciones del puente generan dos tramos nuevos que se analizan separadamente.

Para efecto del análisis este camino se divide en los siguientes tramos:

- Circunvalación Yumbel
- Yumbel – Talcamávida
- Talcamávida – Puente Alternativa 2-A
- Talcamávida – Puente Alternativa 2-B
- Intersección Ruta O-884 – Santa Juana

4.3.2.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 2

Diseño Geométrico Circunvalación Yumbel

Se trata de una vía que se desarrolla por el poniente de la ciudad para luego cruzar hacia el oriente y empalmar con la ruta que va a Rere. Se trata de vías urbanas en su mayor parte con carpeta granular y sectores puntuales pavimentados. En este sector lo que se plantea es colocar el mismo pavimento propuesto para los caminos, agregando soleras con zarpa.

Diseño Geométrico Tramo Yumbel – Talcamávida

Este tramo que tiene una longitud de 32,07 kilómetros, se inicia en la salida sur poniente de Yumbel, continúa por la ruta a Rere hasta el Km 13,1 donde se separa y se desarrolla por un trazado nuevo (variante) durante aproximadamente 5 Km A partir de allí, empalma con el camino que une Rere con Talcamávida, continuando aproximadamente por esta traza en los siguientes 18,9 Km En este último punto se inician, con trazados distintos, las conexiones con las dos alternativas de puentes que se proponen en esta localidad.

Los tramos existentes se conforman de una plataforma de ancho variable entre 6 y 16 m, con carpeta granular en regular estado.

En el tramo existen al menos dos cajones dobles que salvan pequeños cursos de agua. También existen 60 alcantarillas y algunos metros de fosos revestidos, conformando el saneamiento y drenaje del camino.

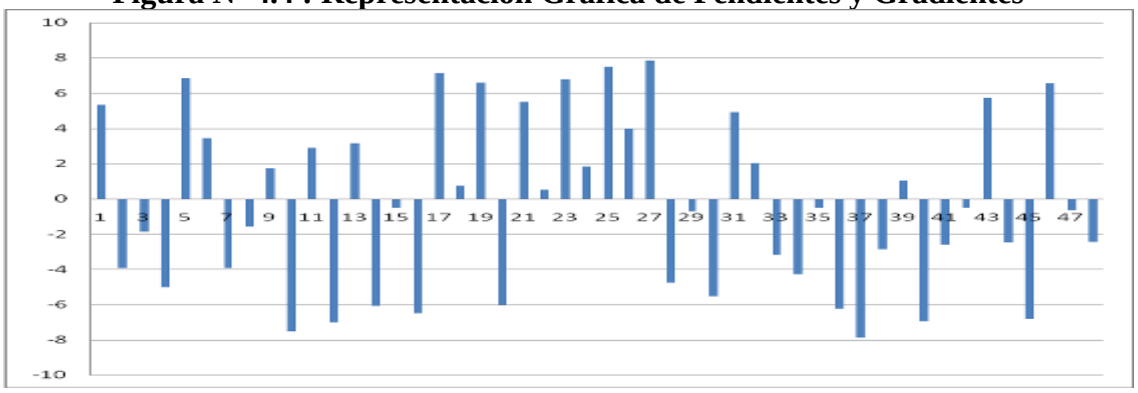
En este trazado el 91,84% tiene parámetros para velocidad de proyecto igual o superior a 80 Km/h, presentándose restricciones sólo en 8,16% del trazado curvas horizontales restringidas para 70 y 60 Km/hr. En el cuadro siguiente se puede apreciar esta situación en forma resumida.

Cuadro Nº 4.4 : Radios de Curvas Horizontales

RADIO	CURVAS
[°]	[%]
120	6,12
200	2,04
250	16,33
260	51,02
270	2,04
280	4,08
290	2,04
300	6,12
330	4,08
1500	4,08
4000	2,04

Por otra parte, en cuanto al alzado, un 50% de las pendientes está bajo el 4%, un 6,5% se ubica entre 4% y 5% en tanto que pendientes entre 6% y 8% corresponden al 31,5%. La combinación de longitudes importantes con pendientes pronunciadas da lugar a zonas con disminución considerable de velocidad, entorpeciendo el flujo vehicular y provocando maniobras arriesgadas de adelantamiento, por ello el Manual De Carreteras recomienda que en esos casos deben considerarse terceras pistas, cuestión que se da puntualmente en un sector de longitud 809 m, ubicado entre los kilómetros 10,4 y 11,2 al lado derecho, donde se ha hecho necesario incorporar una tercera pista de 3,0 m de ancho.

Figura Nº 4.4 : Representación Gráfica de Pendientes y Gradientes



Diseño Geométrico Tramo Talcamávida – Puente Alternativa 2-A

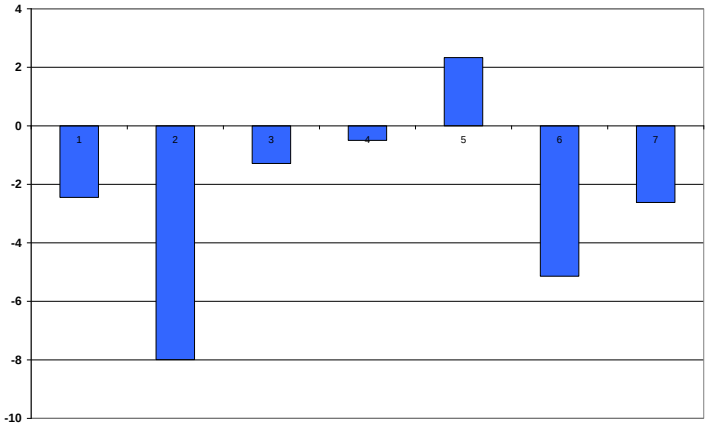
El tramo correspondiente a la conexión de la ruta entre la ubicación del puente, en su alternativa 2-A, tiene una longitud aproximada a los 3.200 m y es un trazado nuevo.

Para una alternativa de puente que recoja la propuesta del Plan Regulador de Santa Juana se ha elaborado esta alternativa de trazado que nace en la zona alta de Talcamávida y se acerca al río por el lado norte de la ciudad.

Este trazado cuenta con ocho curvas horizontales, siete de las cuales tienen parámetros para 80 Km/hr y sólo una ubicada en el acceso al puente restringe la velocidad a 70 Km/hr.

En alzado, al descender hacia el río, se requiere una pendiente del orden del 8%, sostenida por 1.539 metros, lo que implica agregar una tercera pista que se ha considerado por el lado correspondiente a la subida hacia el oriente. Las pendientes se grafican en la figura siguiente.

Figura Nº 4.5 : Pendientes y Gradientes tramo Talcamávida – Pte Alt 2-A

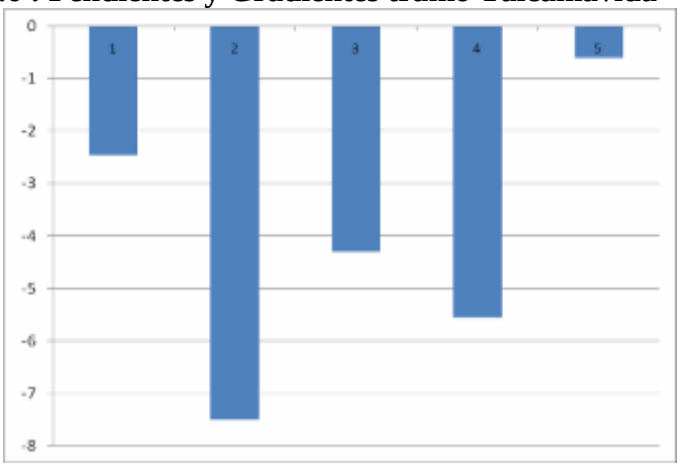


Diseño Geométrico Tramo Talcamávida – Puente Alternativa 2-B

El tramo correspondiente a la conexión de la ruta entre la ubicación del puente, en su alternativa 2-B, tiene una longitud aproximada a los 3.500 m y es un trazado nuevo.

Este tramo corresponde a un trazado nuevo que en planta sólo tiene restricciones en la zona urbana, en que la velocidad se restringe a 60 Km/hr. En alzado la situación es mas compleja pues el relieve es abrupto y el descenso hacia el río debe hacerse con una pendiente de 7,5% que se prolonga por 1.198, lo que da origen, como se señaló anteriormente, a la incorporación de una tercera pista de ancho 3,0 m, en el lado izquierdo. El detalle de la geometría en planta y alzado de este tramo de longitud 3,4 Kilómetros, se entrega en los cuadros de Rectas y Curvas y Elementos de la Rasante.

Figura Nº 4.6 : Pendientes y Gradientes tramo Talcamávida – Pte Alt 2-B



Diseño Geométrico Tramo Puente Alternativa 2-A a Intersección con Ruta O-884

El tramo de conexión entre la ubicación del puente, en su alternativa 2-A y la Ruta O-884 tiene una longitud aproximada a los 942 m y es un trazado nuevo.

El tramo comprendido entre el puente en su alternativa 2-A, tiene una longitud de 942 m y desde el punto de vista geométrico no presenta dificultades para el tránsito pesado, ni en planta ni en alzado. La intersección entre ambas rutas se considera, en esta etapa del estudio, simple y en Y.

Diseño Geométrico Tramo Puente Alternativa 2-B a Intersección con Ruta O-884

El tramo de conexión entre la ubicación del puente, en su alternativa 2-B y la Ruta O-884 tiene una longitud aproximada a los 503 m y es un trazado nuevo.

El tramo comprendido entre el puente en su alternativa 2-B, tiene una longitud aproximada a los 503 metros y desde el punto de vista geométrico no presenta dificultades para el tránsito pesado, ni en planta ni en alzado. La intersección entre ambas rutas se considera, en esta etapa del estudio, simple y en Y.

Diseño Geométrico Tramo Intersección Ruta O-884 a Santa Juana

En ambas alternativas se considera el mejoramiento del tramo comprendido entre la intersección con la Ruta que viene del nuevo puente con la O-884, en la longitud que

corresponde. Para la alternativa 2-A la longitud de la Ruta O-884 es de 300 m, en tanto que para la alternativa 2-B la longitud es de 3.150 m.

El acceso a la Ruta de la Madera se realiza a través de la Calle Nueva 1 proyectada en el Plan Regulador de Santa Juana.

Intersecciones

Las intersecciones existentes se mantienen mejorando su geometría, proyectando cuellos simples adecuados al tránsito local. Las intersecciones consideradas son Río Claro, Ranquilco, Hualqui/Chilloncito, Gomero, Santo Domingo y se agregan Rere Oriente y Rere Poniente para mantener la conexión con la ruta actual que pasa por Rere.

Estructuras

El puente Gomero, aunque de hormigón es de ancho insuficiente, y se ha considerado su reemplazo por una nueva estructura, de calzada simple más pasillos y defensas de seguridad, con un ancho total de 10 m y una longitud de 25 m.

Expropiaciones

Las superficies a expropiar, para cada ubicación del puente, se muestran en el cuadro siguiente. Se trata en su totalidad de tierras de uso forestal en las que no se observan construcciones.

Cuadro Nº 4.5 : Áreas a Expropiar [Há]

	ÁREA A EXPROPIAR
ALTERNATIVA 2-A	194,3
ALTERNATIVA 2-B	190,2

4.3.2.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 2

En las páginas siguientes se presentan los presupuestos de los corredores viales de la alternativa analizada.

4.3.2.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 2

El plano de planta general de las Alternativas Santa Juana 2-A y 2-B analizadas se presenta a continuación en un plano escala 1:50.000.

Cuadro Nº 4.6 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 2-A

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	492	12.016	5.911.872
101-2	Remoción de Ductos	m	1.554	6.910	10.738.140
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	112	6.899	772.688
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	78	12.422	968.916
101-11	Remoción de Cercos	m	65.026	1.158	75.300.108
101-14	Traslado de Postación	Nº	15	714.331	10.714.965
101-13	Remoción de Casetas de Paraderos para la Locomoción Colectiva	Nº	18	126.412	2.275.416
101-18	Remoción de Árboles	Nº	203	85.200	17.295.600
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	Km	40	666.060	26.535.830
106-1	Instalación de Faena y Campamentos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	277.654	2.512	697.466.848
201-2	Remoción material inadecuado	m3	115.635	2.550	294.868.485
201-3	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturaleza	m3	1.164.749	3.497	4.073.127.253
202-1.A	Excav.de Corte en Terreno de Cualquier Natu.para Obras de Drenaje y Estructuras	m3	12.881	1.728	22.258.368
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	2.888.837	7.660	22.128.491.420
206-1	Relleno Estructural	m3	9.959	10.901	108.563.059
206-2.C	Relleno Estructural en Zanja, Tipo 3 (Cama de Apoyo)	m3	428	4.465	1.911.020
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	558.826	674	376.648.724
210-1	Apertura, Explotación y Abandono Empréstitos	Gl	1	5.000.000	5.000.000
300	**CAPAS GRANULARES**				
301-2	Subbase granular CBR > 40%	m3	82.765	10.804	894.193.060
302-1	Base Granular, CBR ? 80%	m3	98.435	11.290	1.111.331.150
307-1	Plantas de Producción de Materiales	Gl	1	5.000.000	5.000.000
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	453.894	1.982	899.617.908
402-1	Riego de Liga	m2	307.953	582	179.228.646
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	21.420	161.894	3.467.769.480
408-2	Concreto asfáltico de capa intermedia	m3	21.557	149.786	3.228.936.802
500	**PUENTES Y ESTRUCTURAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	30	86.222	2.569.416
501-4	Hormigón H-20	m3	612	147.341	90.172.692
501-6	Hormigón H-30	m3	673	174.782	117.628.286
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	58.327	2.200	128.319.400
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-1G	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1000 mm	m	2.654	81.840	217.203.360
601-1H	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1200 mm	m	50	86.800	4.340.000
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	84	186.524	15.668.016
605-3.A	Descarga de Agua en Tubos de Metal Corrugado, D=0,6 m	m	530	72.953	38.665.090
607-1	Solera con Zarpa de hormigón	m	15.110	18.393	277.918.230
609-1	Cunetas de Hormigón	m	29.330	10.206	299.341.980
613-1	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos a revestir con Hormigón	m	76.577	8.975	687.278.575
614-3	Revestimiento de Canales, fosos y contrafosos	m3	13.254	127.830	1.694.258.820
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	77.075	4.234	326.335.550
702-1.A	Señalización Vertical Lateral de un Poste	Nº	349	80.000	27.920.000
702-1.B	Señalización Vertical Lateral de dos Postes	Nº	87	150.000	13.050.000
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	46	20.000	920.000
702-5.E	Delineadores Direccionales	Nº	141	25.000	3.525.000
704-1.A	Demarcación del Pavimento, Línea Central Continua Tipo C1	Km	17	1.360.772	23.337.240
704-2.A	Demarcación del Pavimento, Línea Segmentada Tipo A	Km	9	586.784	5.398.413
704-4.A	Demarcación de pavimentos, línea Tipo M	Km	17	1.400.000	24.220.000
704-5.A	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Continua Tipo C2	Km	87	1.072.307	93.397.940
704-6	Demarcaciones del Pavimento, Líneas, Achurados, Símbolos y Leyendas	m2	201	4.794	963.594
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	7.654	7.956	60.895.224
706-1.A	Casetas para paraderos de Locomoción Colectiva (Metálicas)	Nº	7	1.500.000	10.500.000
707-1	Barreras Metálicas Simples, de Doble Onda	m	8.236	38.592	317.843.712
800	**OBRAS VARIAS**				
804-1	Apertura, Uso y Abandono de Botaderos	gl	1	10.000.000	10.000.000
	Puente Gomero	gl	1	305.000.000	305.000.000
				TOTAL PROYECTO VIAL	**42.451.596.295**
	EXPROPIACIONES	Ha	190,2	2.050.000	**389.869.000**
	TOTAL PRESUPUESTO				**42.841.465.295**

Cuadro Nº 4.7 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 2-B

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	492	12.016	5.911.872
101-2	Remoción de Ductos	m	1.576	6.910	10.890.160
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	144	6.899	993.456
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	86	12.422	1.068.292
101-11	Remoción de Cercos	m	71.727	1.158	83.059.866
101-14	Traslado de Postación	Nº	15	714.331	10.714.965
101-13	Remoción de Casetas de Paraderos para la Locomoción Colectiva	Nº	19	126.412	2.401.828
101-18	Remoción de Árboles	Nº	215	85.200	18.318.000
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	Km	43	666.060	28.500.707
106-1	Instalación de Faena y Campamentos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	280.410	2.512	704.389.920
201-2	Remoción material inadecuado	m3	127.620	2.550	325.432.020
201-3	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturaleza	m3	1.284.602	3.497	4.492.253.194
202-1.A	Exc.de Corte en Terreno de Cualquier Natur.para Obras de Drenaje y Estructuras	m3	13.103	1.728	22.641.984
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	2.278.349	7.660	17.452.153.340
206-1	Relleno Estructural	m3	10.010	10.901	109.119.010
206-2.C	Relleno Estructural en Zanja, Tipo 3 (Cama de Apoyo)	m3	440	4.465	1.964.600
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	607.519	674	409.467.806
210-1	Apertura, Explotación y Abandono Empréstitos	Gl	1	5.000.000	5.000.000
300	**CAPAS GRANULARES**				
301-2	Subbase granular CBR > 40%	m3	89.545	10.804	967.444.180
302-1	Base Granular, CBR ? 80%	m3	106.690	11.290	1.204.530.100
307-1	Plantas de Producción de Materiales	Gl	1	5.000.000	5.000.000
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	490.156	1.982	971.489.192
402-1	Riego de Liga	m2	331.071	582	192.683.322
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	23.110	161.894	3.741.370.340
408-2	Concreto asfáltico de capa intermedia	m3	23.175	149.786	3.471.290.550
500	**PUENTES Y ESTRUCTURAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	36	86.222	3.086.748
501-4	Hormigón H-20	m3	612	147.341	90.172.692
501-6	Hormigón H-30	m3	705	174.782	123.221.310
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	60.087	2.200	132.191.400
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-1G	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1000 mm	m	2.676	81.840	219.003.840
601-1H	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1200 mm	m	50	86.800	4.340.000
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	91	186.524	16.973.684
605-3.A	Descarga de Agua en Tubos de Metal Corrugado, D=0,6 m	m	572	72.953	41.729.116
607-1	Solera con Zarpa de hormigón	m	16.061	18.393	295.409.973
609-1	Cunetas de Hormigón	m	29.990	10.206	306.077.940
613-1	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos a revestir con Hormigón	m	83.540	8.975	749.771.500
614-3	Revestimiento de Canales, fosos y contrafosos	m3	14.141	147.341	2.083.549.081
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	81.781	4.234	346.260.754
702-1.A	Señalización Vertical Lateral de un Poste	Nº	376	80.000	30.080.000
702-1.B	Señalización Vertical Lateral de dos Postes	Nº	92	150.000	13.800.000
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	50	20.000	1.000.000
702-5.E	Delineadores Direccionales	Nº	148	25.000	3.700.000
704-1.A	Demarcación del Pavimento, Línea Central Continua Tipo C1	Km	18	1.360.772	24.698.012
704-2.A	Demarcación del Pavimento, Línea Segmentada Tipo A	Km	10	586.784	5.985.197
704-4.A	Demarcación de pavimentos, línea Tipo M	Km	19	1.400.000	26.180.000
704-5.A	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Continua Tipo C2	Km	94	1.072.307	100.904.089
704-6	Demarcaciones del Pavimento, Líneas, Achurados, Símbolos y Leyendas	m2	211	4.794	1.011.534
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	8.345	7.956	66.392.820
706-1.A	Casetas para paraderos de Locomoción Colectiva (Metálicas)	Nº	7	1.500.000	10.500.000
707-1	Barreras Metálicas Simples, de Doble Onda	m	8.268	38.592	319.078.656
800	**OBRAS VARIAS**				
804-1	Apertura, Uso y Abandono de Botaderos	gl	1	10.000.000	10.000.000
	Puente Gomero	gl	1	305.000.000	305.000.000
				TOTAL PROYECTO VIAL	**39.578.207.049**
	Expropiaciones	Ha	194,9	2.050.000	**399.545.000**
	TOTAL PRESUPUESTO				**39.977.752.049**

Plano 1

Plano 2

4.3.3 Alternativa 3: Corredor para Puente en Buenuraqui

Para la localización del puente en la localidad de Buenuraqui la conexión con la red relevante pavimentada, por la ribera oriente es a través de las rutas: Buenuraqui – Los Despachos, Los Despachos – Rere, Rere – Yumbel y para acceder finalmente a la Ruta O-50, que conecta al este, con la Ruta 5 Sur a la altura del Km 460, y al oeste con la ciudad de Concepción y el área portuaria de la VIII región. Por la ribera poniente la ruta relevante mas cercana es la vía concesionada llamada Camino de la Madera, ubicada aproximadamente paralela al cauce del río Bíobío y a la que se accedería a través de la Ruta O-884, construyendo un nuevo tramo entre el borde del río y Tanahuillin.

4.3.3.1 Análisis General Corredor Alternativa 3

El análisis que sigue corresponde al mejoramiento de las rutas Estación Buenuraqui – Los Despachos – Rere y Rere – Yumbel y el tramo nuevo entre la ribera poniente del río Bíobío y Tanahuillin, en la Ruta O-884, considerando un cambio de estándar que incluye calzada pavimentada de 7 m., bermas de 1,5 m y SAP variable entre 1 y 0,5 m según la condición de altura de los terraplenes, saneamiento compatible con las condiciones climáticas y del camino y seguridad vial acorde con la normativa vigente.

También se debe considerar que entre la Ruta O-50 y la ciudad de Yumbel hay una distancia de aproximadamente 9 Km y que el cruce por la ciudad misma se efectúa por una vía especialmente acondicionada para los camiones, circunvalación de la ciudad, de una longitud de 2, 5 Km.

Para efecto del análisis este camino se divide en cuatro tramos:

- Circunvalación Yumbel
- Yumbel – Rere
- Rere urbano
- Rere – Los Despachos – Estación Buenuraqui
- Puente Buenuraqui- Tanahuillin (Intersección Colico / Ruta O-884)
- Tanahuillin (Intersección Colico / Ruta O-884) – Santa Juana

4.3.3.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 3

Diseño Geométrico Circunvalación Yumbel

Se trata de una vía que se desarrolla por el poniente de la ciudad para luego cruzar hacia el oriente y empalmar con la ruta que va a Rere. Se trata de vías urbanas en su mayor parte con carpeta granular y sectores puntuales pavimentados. En este sector lo que se plantea es colocar el mismo pavimento propuesto para los caminos, agregando soleras con zarpa.

Diseño Geométrico Tramo Yumbel – Rere

Este tramo que tiene una longitud de 16,72 kilómetros se inicia en la salida sur poniente de Yumbel, actualmente se conforma de una plataforma de un ancho variable entre 6 y 16 m, con carpeta granular en regular estado.

En el tramo existen al menos tres cursos de agua que se salvan mediante alcantarillas de tipo cajón doble de hormigón y baterías de tubería de acero corrugado. También existen 35 alcantarillas y 2147 m de fosos revestidos, conformando el saneamiento y drenaje del camino.

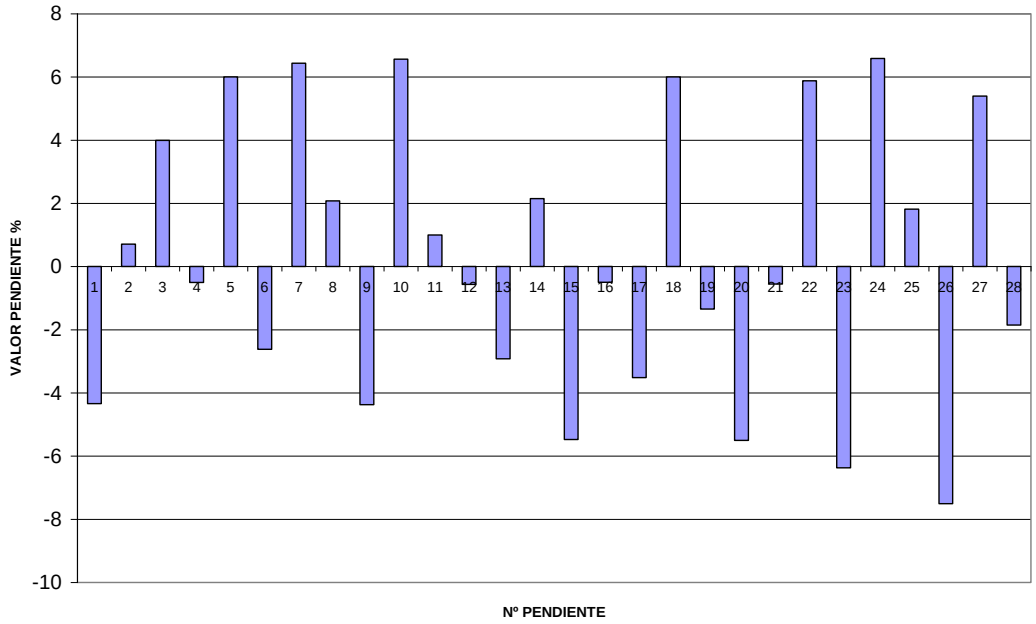
Cabe señalar que en el nuevo trazado el número de curvas horizontales se ha reducido a 33, de las cuales el 91% de las curvas tiene parámetros para velocidad de 80 Km/hr y superiores, presentándose restricciones solo en los últimos 1.100 metros, en tres curvas al llegar a Rere, donde las condiciones de relieve hacen de muy alto costo mejorar el diseño.

Cuadro Nº 4.8 : Radios de Curvas Horizontales

RADIO	% CURVAS
80	3,03%
90	3,03%
120	3,03%
250	36,36%
260	21,21%
280	3,03%
300	9,09%
330	12,12%
1500	3,03%
1550	6,06%

Por otra parte, en cuanto al alzado, un 61% de las pendientes está bajo el 4%, un 15% se ubica entre 4% y 5% en tanto que pendientes entre 6% y 7% sólo corresponden al 17%. En concordancia con el trazado en planta, es también en el acceso a Rere, que en un tramo de 800 m, se presenta una pendiente de 7,5%. Una descripción gráfica de las pendientes y gradientes se muestra en la figura siguiente.

Figura Nº 4.7 : Representación Gráfica de Pendientes



Sector Urbano de Rere

Corresponde a una calle de la localidad de Rere, de longitud 400 metros que debe ser pavimentada con la misma carpeta propuesta para la ruta, agregando soleras con zarpa para el escurrimiento de las aguas lluvias.

La vía en estudio considera el paso por el borde oriente de la localidad de Rere, por lo que el proyecto considera el mejoramiento de la calle correspondiente. Se trata de un tramo de 400 metros en el que se realiza un mejoramiento de rasante, disminuyendo la pendiente de un 20% a actualmente existente a una compatible con el tránsito de vehículos pesados, como lo es un 7,5%. A esto se agrega la pavimentación con el mismo pavimento dispuesto para el resto del camino, agregándose soleras con zarpa para orientar el saneamiento del tramo.

Diseño Geométrico Tramo Rere – Los Despachos - Buenuraqui

El tramo, que se inicia en la salida sur poniente de Rere, se conforma de una plataforma de un ancho variable entre 9 y 12 m, con carpeta granular en molestado. Su longitud es de 10.469 m y cruza la localidad de Los Despachos, que se inicia aproximadamente en el kilómetro 6 y se prolonga por unos 800 m a la vera del camino. EL camino existente termina en la estación de ferrocarriles del sector Buenuraqui.

En el tramo existe un curso de agua que se cruza en un sector de alto valor escénico y que actualmente se salva mediante un puente de estructura de madera.

El saneamiento y drenaje es escaso existiendo sólo 6 alcantarillas confeccionadas con tubos de acero corrugado de 0,60 m de diámetro y un cajón de 2x2 m. Hay ausencia total de cunetas y se observa una alta erosión en la ruta como consecuencia de ello.
Existen 15 accesos privados y dos intersecciones, en el Km 2 la bifurcación a Tomentuco y en el Km 7 la bifurcación a San Rosendo y Turquía,

Este sector presenta mayores dificultades para obtener velocidades de proyecto de 80 Km/hr o superiores, por ello sólo el 71 % de las curvas tiene radios que permiten

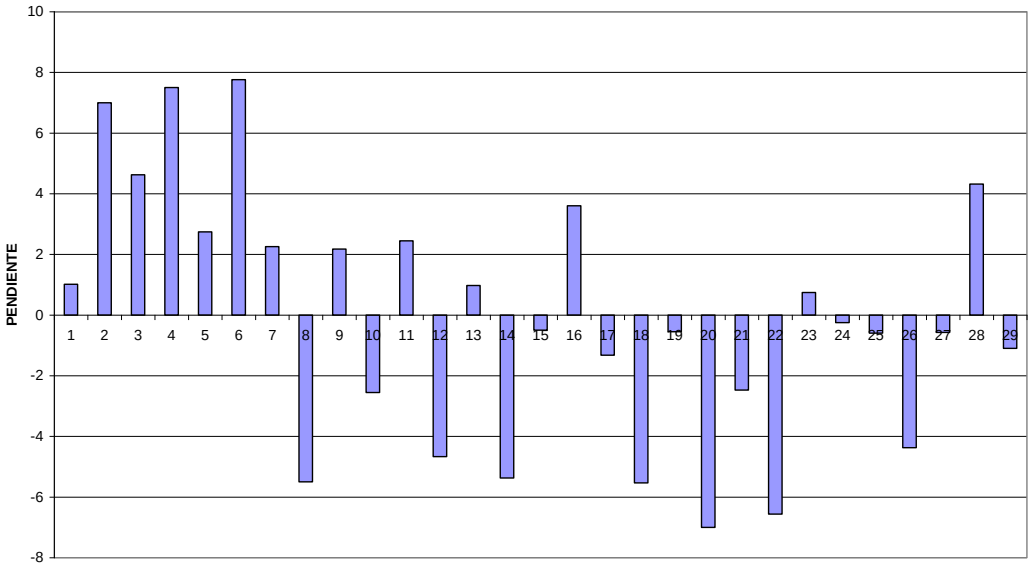
velocidades de proyecto entre 70 y 80 Km/hr y un 29% está limitado a velocidades de 60 y 50 Km/hr. El cuadro siguiente muestra los radios de las curvas horizontales que se han considerado en este tramo.

Cuadro Nº 4.9 : Radios de Curvas Horizontales

RADIO	% CURVAS
80	9,68
100	3,23
120	12,9
140	3,23
180	3,23
200	22,58
210	3,23
220	6,45
250	9,68
260	16,13
270	6,45
1500	3,23

En cuanto al alzado, un 58,6% de las pendientes se ubica bajo el 4% y sólo un 13,8% de las pendientes supera el 7%, aunque en tramos de corta longitud por lo que no representan problemas para el tránsito de vehículos pesados. La gráfica siguiente muestra la distribución de pendientes a lo largo de este tramo que empalma con el proyectado Puente sobre el río Bíobío en el sector de la Estación Buenuraqui.

Figura Nº 4.8 : Pendientes y Gradientes Tramo Rere – Buenuraqui



Diseño Geométrico Tramo Puente Buenuraqui – Tanahuillín (Bifurcación Colico)

En el lado norte de la estación Buenuraqui se prevé la ubicación del puente sobre el río Bíobío y el camino, en la ribera poniente, para conectar con la Ruta O-884 se diseña por un trazado nuevo, que se ajusta en parte a huellas existentes de uso forestal. Se proyecta una intersección en cruz que permite la continuidad hacia Colico Sur por el poniente y hacia Monterrey al sur y Santa Juana al norte, donde se accede a la Ruta de la Madera.

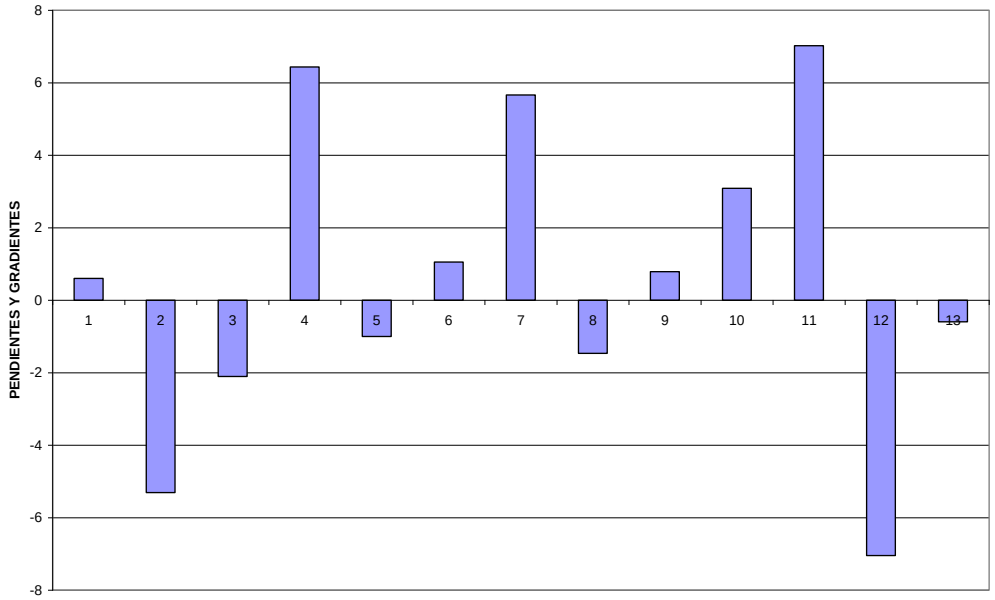
Se trata de un trazado nuevo que utiliza parcialmente huellas forestales de aparente uso público. La longitud del tramo es de 5.518 m. y se conforma con 11 curvas horizontales, 9 de las cuales tienen parámetros para velocidad de 80 Km/hr, y sólo 2 curvas para 70 Km/hr. En el cuadro siguiente se incluyen los radios de curvas y el porcentaje de ellas con ese radio.

Cuadro Nº 4.10 : Radios de Curvas horizontales

RADIO	CURVAS
[°]	[%]
200	18,2
260	72,7
290	9,1

El alzado se caracteriza mayoritariamente con pendientes bajo el 4%, lo que representa el 61,5% y sólo por cortos trechos se proyectan, como se muestra en el gráfico siguiente, pendientes sobre el 6%.

Figura Nº 4.9 : Pendientes y Gradientes Tramo Puente Buenuraqui – Bifurcación Colico



Diseño Geométrico Tramo Tanahuillín (Bifurcación Colico) - Santa Juana

Este tramo corresponde a la Ruta O-884 que comunica Santa Juana con las localidades de Colico Sur, Tanahuillin, Curamavida, Las Varas Lo Pacheco, Palihue, Balsadero La Laja y Monterrey. La descripción detallada de esta ruta se realiza en el análisis de la Alternativa 4.

Este tramo de longitud 15,36 kilómetros corresponde a la Ruta O-884, que se analiza en detalle en el numeral 4.5.1.2, considera mejoramientos de trazado, en planta que permiten velocidades de proyecto de 80 Km/hr y de alzado que disminuyen significativamente los riesgos de ser afectados por crecidas del río Bíobío. El término

del mejoramiento se ubica en la intersección de las calles Lautaro y Alameda de Santa Juana. Por esta última se llega a la Ruta de la Madera.

Intersecciones

Las intersecciones existentes se mantienen mejorando su geometría, proyectando cuellos simples adecuados al tránsito local. Las intersecciones consideradas son Tomentuco y San Rosendo/Turquía.

Estructuras

El puente actualmente de madera y de ancho insuficiente debe ser reemplazado por una nueva estructura que se proyecta de hormigón armado. Se considera un puente de calzada simple de 7 m, más pasillos y defensas de seguridad con un ancho total de 10 m y longitud 10 m.

Expropiaciones

Las superficies de expropiación ascienden a 141,6 Hectáreas. Se trata en su mayoría de tierras fundamentalmente de vocación forestal en las que se observan algunas construcciones.

4.3.3.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 3

En la página siguiente se presenta el presupuesto del corredor vial de la alternativa analizada.

4.3.3.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 3

El plano de planta general de la Alternativa 3 analizada se presenta a continuación en un plano escala 1:50.000.

Cuadro Nº 4.11 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 3

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	CANT. TOTAL	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	782	12.016	9.396.512
101-2	Remoción de Ductos	m	1.280	6.910	8.844.800
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	120	6899	827.880
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	66	12.422	819.852
101-11	Remoción de Cercos	m	97.678	1.158	113.111.124
101-13	Remoción de Casetas de Paraderos para la Locomoción Colectiva	Nº	15	126.412	1.896.180
101-14	Traslado de Postaciones	Nº	63	714.331	45.002.853
101-18	Remoción de arboles	Nº	200	85.200	17.040.000
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	km	53	666.060	35.201.271
106-1	Instalación de Faena y Campamentos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	301.114	2.512	756.398.368
201-2	Remoción de Material Inadecuado	m3	66.529	2.550	169.647.675
201-3	Excavación de Corte en TCN	m3	673.686	3.497	2.355.879.942
202-1	Excavación en TCN para Obras de Drenaje	m3	14.937	1.728	25.811.136
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	2.027.446	7.660	15.530.232.530
206-1	Relleno estructural	m3	11.131	10.901	121.339.031
206-1.a	Relleno Estructural de Zanja Tipo 3	m3	800	7.233	5.786.400
207-1	Cosntrucción de pretiles		870	2.714	2.361.180
207-2	Material de respaldo		211	1.956	412.716
207-3	Enrocados de Protección		929	36.347	33.766.363
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	555.343	674	374.301.182
210-1	Apertura, Explotación y Adandono de Empréstitos	Gl	1	5.000.000	5.000.000
300	**CAPAS GRANULARES**				
302-1	Base Granular CBR ? 80%	m3	94.908	11.290	1.071.511.320
302-2	Base Granular CBR ? 40%	m3	83.637	10.200	853.097.400
307-1	Plantas de Producción de Materiales	Gl	1	5.000.000	5.000.000
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	447.718	1.982	887.377.076
402-1	Riego de Liga	m2	301.336	582	175.377.552
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	21.074	161.894	3.411.754.156
408-4	Base asfáltica en caliente graduación gruesa	m3	21.095	125.646	2.650.502.370
500	**ESTRUCTURAS Y OBRAS CONEXAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	58	86.222	4.983.632
501-4	Hormigón H-20	m3	590	147.341	86.931.190
501-6	Hormigón H-30	m3	1.273	174.782	222.497.486
503-2	Acero para armaduras A63-42H	kg	115.212	2.200	253.466.400
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-2.a	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1,0m	m	1.819	81.840	148.866.960
601-2.b	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1,2m	m	50	86.800	4.340.000
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	80	186.524	14.921.920
605-2.a	Descargas de Agua en Tubos de Metal Corrugados de Media Caña D=0,6m	m	504	72.953	36.768.312
608-1	Soleras con zarpa	m	10.849	18.946	205.545.154
609-1	Cunetas de Hormigón	m	17.349	10.206	177.063.894
613-1	Construcción de canales, fosos y contrafosos a revestir con Hormigón	m	79.864	8.975	716.779.400
614-1	revestimiento de canales, fosos y contrafosos	m3	13.804	127.830	1.764.565.320
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	81.797	4.234	346.328.498
702-1.A	Señales de 1 Poste	Nº	341	80.000	27.280.000
702-1.B	Señales de 2 Poste	Nº	83	150.000	12.450.000
702-5.A	Delineadores Direccionales	Nº	126	25.000	3.150.000
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	52	20.000	1.040.000
704-1	Demarcación Linea Tipo A	km	10	900.000	9.180.000
704-3.A	Demarcación Linea Tipo C1	km	16	1.800.000	27.990.000
704-3.B	Demarcación Linea Tipo C2	km	85	1.500.000	127.950.000
704-3.C	Demarcación Linea Tipo M	km	17	1.400.000	23.660.000
704-6	Demarcación de Pavimento, Líneas, Simbolos y Leyendas	m2	343	4.794	1.644.342
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	7.522	3.300	24.822.600
706-1	Castas para Paradero de Locomoción Colectiva (Metñalicas)	Nº	2	1.500.000	3.000.000
707-1	Defensas Camineras Met. doble onda simple	m	6.830	26.000	177.580.000
800	**OBRAS VARIAS**				
	Puente Desague		1	90.000.000	90.000.000
	Muro Sostenimiento H=6 m	m	130	4.555.315	592.190.950
	Muro Sostenimiento H=4 m	m	125	3.491.020	436.377.500
	Muro Sostenimiento H=7 m	m	27	1.861.051	50.248.377
804-1	Apertura, Uso y Abando de Botaderos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
				TOTAL PROYECTO VIAL	34.279.318.804
	EXPROPIACIONES				290.239.000
	TOTAL PRESUPUESTO				34.569.557.804

Plano 1

Plano 2

4.3.4 Alternativa 4: Corredor para Puente en La Laja

Para la ubicación del puente en el sector de La Laja se han considerado dos alternativas de localización. La primera recoge la propuesta del Plan Regulador de la comuna y da continuidad a la Costanera del río La Laja, la segunda localización es al sur de la ciudad, cruza la Ruta Q-43 y genera una circunvalación por el oriente para conectar con la Ruta O-90-Q.

Para el puente ubicado en La Laja, la red relevante pavimentada corresponde a las rutas:

Por la ribera oriente:

- La O-90-Q, de longitud 35 Km que conecta esta ciudad con la Ruta 5 Sur a la altura del Kilómetro 475.
- La Q-34, de longitud 42 kilómetros, que conecta con la Ruta 180 Ch.

Por la ribera poniente:

- La ruta relevante mas cercana es la vía concesionada llamada Camino de la Madera que se ubica aproximadamente paralela al caucel río Bíobío y cuya conexión es posible a través de la Ruta O-884 que une Santa Juana con Monterrey.

Esta última ruta, de longitud total 28,1 Km, esta conformada por una calzada granular, en buen estado, su geometría en planta, en general, posee curvas de radios amplios y en cuanto al alzado su mayor parte las pendientes no superan el 4%. La velocidad de operación, debida a su carpeta granular, no supera los 60 Km/hr. esta ruta comunica además las localidades de Tanahuillín, Estación Buenuraqui, Colico Bajo, Las Varas, Curamavida y Monterrey (También conocido como Balseadero)

4.3.4.1 Análisis General Corredor Alternativa 4

El análisis que sigue considera el mejoramiento de la Ruta O-884, considerando un cambio de estándar que incluye calzada pavimentada de 7 m., con bermas de 1,5 m y SAP variable entre 1 y 0,5 m según la condición de altura de los terraplenes, saneamiento compatible con la condición del camino y seguridad vial de acuerdo con la normativa vigente.

Para efecto del análisis este camino se divide en dos tramos:

El primero se inicia en la salida de Santa Juana, y se extiende por 25,3 Km hasta las proximidades de Balsadero.

El segundo tramo se extiende entre la Dm 25.3000 y la conexión con la Ruta O-90-Q luego de cruzar tanto el río Bíobío como la ciudad de La Laja. Para este tramo, como se menciona inicialmente se consideran dos trazados, uno de 4,5 Km, que llamaremos Alternativa 4-1 y el otro de 13,5 Km que se denominará Alternativa 4-2.

4.3.4.2 Diseño Preliminar Caminos Alternativa 4

Diseño Geométrico Tramo Santa Juana – Dm 25.300

Este tramo, que se inicia en la intersección de las calles Alameda y Lautaro de Santa Juana, se ubica en aproximadamente en los primeros 10 Kilómetros de su recorrido, cercano a la ribera poniente del Río Bíobío, en general a cotas sobre los 10 m respecto del borde del río, aunque puntualmente la diferencia puede llegar a 3 m. A partir del Kilómetro 10 se aleja del borde por lo que el riesgo de inundación desaparece totalmente. A la altura de la Bifurcación Colico se esta aproximadamente a 4 kilómetros de la ribera y a una cota de 70 m. sobre el borde del río.

En el tramo existe un puente, el Desagüe a lo que se agregan 39 alcantarillas, tres de ellas cajones de hormigón, fosos y cunetas en tierra que conforman actualmente el saneamiento y drenaje del camino.

De acuerdo a las monografías realizadas el ancho de la faja es variable entre 7 y 30 m, con un promedio de 16,6 m.

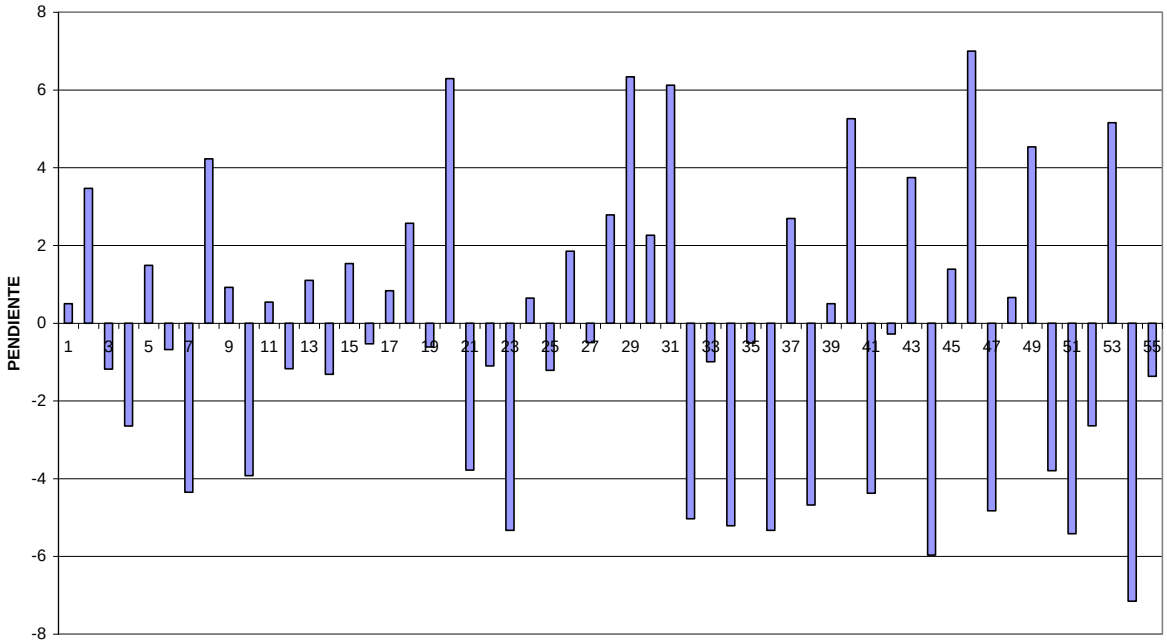
En el cuadro siguiente se incluye un resumen de los radios de las curvas horizontales, de allí se desprende que el 85,5 % de las 55 curvas que conforman el trazado mejorado, en planta, tienen parámetros para velocidades de proyecto de 80 Km/hr y superiores en tanto que sólo en el 15,55% de los casos la velocidad se restringe a 70 Km/hr.

Cuadro Nº 4.12 : Radios de Curvas Horizontales

RADIO	% CURVAS
200	15,55
250	21,82
260	32,73
270	5,45
280	1,82
290	5,45
300	5,45
310	1,82
320	1,82
1500	3,64
2000	1,82
4300	1,82
5900	1,82

En tanto en alzado, las pendientes y gradientes en general son bajas, un 64,5% está bajo el 4% y sólo un 3,6% tiene pendientes del 7%. De las restantes pendientes un 10,9% está entre 4 y 5 por ciento, un 14,5 se ubica entre 5 y 6%. Excepcionalmente un tramo con pendiente 6,3%, debido a su extensión, requiere de una tercera pista en una longitud aproximada a los 1700 m.

Figura Nº 4.10 : Pendientes y Gradientes en Ruta Santa Juana – La Laja



Diseño Geométrico Tramo Dm 25.300 a Ruta O-90-Q, Alternativa 4-1

Este tramo que se inicia en la Dm 25.300 de la Ruta O-884 se desarrolla por un trazado nuevo, en una longitud de 3.312 m de camino, 2.400 m de los cuales nos llevan al borde poniente del río Bíobío donde comienza el puente de aproximadamente 1000 m. de longitud, para posteriormente continuar ya en la ciudad de La Laja, en un longitud de 1.112 m, por el trazado de la Calle 1 indicada en el Plano Regulador de la ciudad.

Diseño Geométrico Tramo Dm 25.300 a Ruta O-90-Q, Alternativa 4-2

La alternativa 4-2 tiene un desarrollo de en la ribera poniente de 4,7 Kilómetros, luego un puente sobre el río Bíobío de longitud aproximada a los 970 m y posteriormente un tramo de 7.9 Km que hace una recorrido por el sur y oriente de La laja empalmando con la Ruta O-90-Q.

Intersecciones

Las intersecciones de Colico Bajo/Estación Buenuraqui, Las Varas, Escuela Torre Dorada, Monterrey/Lo Pacheco, Escuela La Huerta y Palihue se proyectan como intersecciones simples, con cuellos pavimentados y saneamiento que evite daños a las vías que se interceptan.

Estructuras

En los sectores en que el camino se acerca al borde del río Bíobío se han considerado dos soluciones: muros de sostenimiento para contener pié de terraplenes y protección

con enrocado en pié de taludes para prevenir erosión en caso de crecidas. El cuadro siguiente muestra la ubicación de los muros de sostenimiento y sus principales características.

Cuadro Nº 4.13 : Ubicación y características de Muros de Sostenimiento

Dm Inicial	Dm Final	Longitud m	Altura Promedio m
5.860	6.440	580	7
7.500	7.620	120	4
8.280	8.740	460	6
8.960	9.060	100	6

En los dos cursos de agua que cruzan la vía se requerirá reemplazar las estructuras existentes, el Puente Desagüe por una estructura de de 20 m de longitud y el Puente Rely 1 por una estructura de 75 m.

Expropiaciones

Las superficies de expropiación ascienden a 78,7 Hectáreas en la alternativa 4A y 119,3 Hectáreas en la alternativa 4B.

4.3.4.3 Cubicaciones y Presupuestos Alternativa 4

En las páginas siguientes se presentan los presupuestos de los corredores viales de la alternativa analizada.

A continuación se presentan los presupuestos del corredor vial de la alternativa analizada.

4.3.4.4 Planos Escala 1:5000 Alternativa 4

El plano de planta general de la Alternativa La Laja 4-A y 4-B analizadas se presenta a continuación.

Cuadro Nº 4.14 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 4-A

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	215	12.016	2.583.440
101-2	Remoción de Ductos	m	1.107	6.910	7.649.370
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	16	6.899	110.384
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	66	12.422	819.852
101-11	Remoción de Cercos	m	58.746	1.158	68.027.868
101-13	Remoción de Casetas de Paraderos para la Locomoción Colectiva	Nº	15	126.412	1.896.180
101-18	Remoción de Árboles	Nº	126	85.200	10.735.200
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	Km	30,95	666.060	20.614.557
106-1	Instalación de Faena y Campamentos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	190.909	2.512	479.563.408
201-2	Remoción material inadecuado	m3	24.015,1	2.550	61.238.505
201-3	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturaleza	m3	240.151	3.497	839.808.047
202-1.A	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturalreza para Obras de Drenaje y Estructuras	m3	12.461	1.728	21.532.608
204-4	Geotextil para Control de Erosión	m2	2.371	2.272	5.386.912
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	1.404.944	7.660	10.761.871.040
206-1	Relleno Estructural	m3	7.701	10.901	83.948.601
206-2.C	Relleno Estructural en Zanja, Tipo 3 (Cama de Apoyo)	m3	334	4.465	1.491.310
207-1	Construcción de Pretiles	m3	870	2.714	2.361.180
207-2	Material de Respaldo	m3	211	1.956	412.716
207-3	Enrocados de Protección	m3	929	36.347	33.766.363
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	401.909	674	270.886.666
210-1	Apertura, Explotación y Abandono Empréstitos	Gl	1	5.000.000	5.000.000
300	**CAPAS GRANULARES**				
301-2	Subbase granular CBR > 40%	m3	59.165	10.804	639.218.660
302-1	Base Granular, CBR ? 80%	m3	70.696	11.290	798.157.840
307-1	Plantas de Producción de Materiales	Gl	1	5.000.000	5.000.000
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	324.271	1.982	642.705.122
402-1	Riego de Liga	m2	214.984	582	125.120.688
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	15.236	161.894	2.466.616.984
408-2	Concreto asfáltico de capa intermedia	m3	15.051	149.786	2.254.429.086
500	**PUENTES Y ESTRUCTURAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	47,8	86.222	4.121.412
501-4	Hormigón H-20	m3	421	147.341	62.030.561
501-6	Hormigón H-30	m3	951	174.782	166.217.682
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	92.036	2.200	202.479.200
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-2.B	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1000 mm	m	1.400	83.800	117.320.000
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	59	101.800	6.006.200
605-3.A	Descarga de Agua en Tubos de Metal Corrugado, D=0,6 m	m	380	36.827	13.994.260
607-1	Solera con Zarpa de hormigón	m	7.920	18.393	145.672.560
609-1	Cunetas de Hormigón	m	6.790	8.887	60.342.730
613-1	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos a revestir con Hormigón	m	61.464	3.000	184.392.000
614-3	revestimiento de Canales, fosos y contrafosos	m3	10.622	127.926	1.358.829.972
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	59.800	4.234	253.193.200
702-1.A	Señalización Vertical Lateral de un Poste	Nº	247	80.000	19.760.000
702-1.B	Señalización Vertical Lateral de dos Postes	Nº	64	150.000	9.600.000
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	36	20.000	720.000
702-5.E	Delineadores Direccionales	Nº	82	25.000	2.050.000
704-1.A	Demarcación del Pavimento, Línea Central Continua Tipo C1	Km	9,4	1.800.000	16.920.000
704-2.A	Demarcación del Pavimento, Línea Segmentada Tipo A	Km	9,4	900.000	8.460.000
704-4.A	Demarcación de pavimentos, línea Tipo M	Km	12,3	1.400.000	17.220.000
704-5.A	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Continua Tipo C2	Km	62,3	1.500.000	93.450.000
704-6	Demarcaciones del Pavimento, Líneas, Achurados, Símbolos y Leyendas	m2	174	4.794	834.156
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	5.835	7.956	46.423.260
706-1.A	Casetas para paraderos de Locomoción Colectiva (Metálicas)	Nº	9	1.500.000	13.500.000
707-1	Barreras Metálicas Simples, de Doble Onda	m	7.621	38.592	294.109.632
800	**OBRAS VARIAS**				
	Puente Desague	gl	1	90.000.000	90.000.000
	Muro sostenimiento H=7 m	m	580	4.555.315	2.642.082.700
	Muro sostenimiento H=6 m	m	560	3.491.020	1.954.971.200
	Muro sostenimiento H=4m	m	120	1.861.051	223.326.120
TOTAL PRESUPUESTO VIAL					**27.628.979.432**
	EXPROPIACIONES RURALES	Ha	78,73	2.050.000	161.396.500
	TOTAL PRESUPUESTO				**27.790.375.932**

Cuadro Nº 4.15 : Presupuesto Obra Vial Alternativa 4-B

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO $	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	215	12.016	2.583.440
101-2	Remoción de Ductos	m	1107	6.910	7.649.370
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	16	6.899	110.384
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	66	12.422	819.852
101-11	Remoción de Cercos	m	52746	1.158	61.079.868
101-13	Remoción de Casetas de Paraderos para la Locomoción Colectiva	Nº	9	126.412	1.137.708
101-18	Remoción de Árboles	Nº	200	85.200	17.040.000
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	Km	39,95	666.060	26.609.097
106-1	Instalación de Faena y Campamentos	Gl	1	10.000.000	10.000.000
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	259430	2.512	651.688.160
201-2	Remoción material inadecuado	m3	65751	2.550	167.665.050
201-3	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturaleza	m3	657506	3.497	2.299.298.482
202-1.A	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturalreza para Obras de Drenaje y Estructuras	m3	15035	1.728	25.980.480
204-4	Geotextil para Control de Erosión	m2	180	2.272	408.960
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	2104652	7.660	16.121.634.320
206-1	Relleno Estructural	m3	11659	10.901	127.094.759
206-2.C	Relleno Estructural en Zanja, Tipo 3 (Cama de Apoyo)	m3	499	4.465	2.228.035
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	522445	674	352.127.930
210-1	Apertura, Explotación y Abandono Empréstitos	Gl	1	5.000.000	5.000.000
300	**CAPAS GRANULARES**				
301-2	Subbase granular CBR > 40%	m3	76945	10.804	831.313.780
302-1	Base Granular, CBR ? 80%	m3	92148	11.290	1.040.350.920
307-1	Plantas de Producción de Materiales	Gl	1	5.000.000	5.000.000
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	420627	1.982	833.682.714
402-1	Riego de Liga	m2	278635	582	162.165.570
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	19781	161.894	3.202.425.214
408-2	Concreto asfáltico de capa intermedia	m3	19505	149.786	2.921.575.930
500	**PUENTES Y ESTRUCTURAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	47,8	86.222	4.121.412
501-4	Hormigón H-20	m3	589	147.341	86.783.849
501-6	Hormigón H-30	m3	951	174.782	166.217.682
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	92036	2.200	202.479.200
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-2.B	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1000 mm	m	2130	75.805	161.464.650
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	82	101.800	8.347.600
605-3.A	Descarga de Agua en Tubos de Metal Corrugado, D=0,6 m	m	518	36.827	19.076.386
607-1	Solera con Zarpa de hormigón	m	11080	18.393	203.794.440
609-1	Cunetas de Hormigón	m	11720	8.887	104.155.640
613-1	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos a revestir con Hormigón	m	79430	3.000	238.290.000
614-3	revestimiento de Canales, fosos y contrafosos	m3	13730	127.926	1.756.423.980
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	79800	4.234	337.873.200
702-1.A	Señalización Vertical Lateral de un Poste	Nº	317	80.000	25.360.000
702-1.B	Señalización Vertical Lateral de dos Postes	Nº	81	150.000	12.150.000
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	45	20.000	900.000
702-5.E	Delineadores Direccionales	Nº	99	25.000	2.475.000
704-1.A	Demarcación del Pavimento, Línea Central Continua Tipo C1	Km	12	1.800.000	21.600.000
704-2.A	Demarcación del Pavimento, Línea Segmentada Tipo A	Km	12	900.000	10.800.000
704-4.A	Demarcación de pavimentos, línea Tipo M	Km	15,7	1.400.000	21.980.000
704-5.A	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Continua Tipo C2	Km	79,3	1.500.000	118.950.000
704-6	Demarcaciones del Pavimento, Líneas, Achurados, Símbolos y Leyendas	m2	174	4.794	834.156
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	7429	7.956	59.105.124
706-1.A	Casetas para paraderos de Locomoción Colectiva (Metálicas)	Nº	9	1.500.000	13.500.000
707-1	Barreras Metálicas Simples, de Doble Onda	m	9836	38.592	379.590.912
800	**OBRAS VARIAS**				
	Puente Reli 1	gl	1	450.000.000	450.000.000
	Puente Desague	gl	1	0	0
	Muro sostenimiento H=7 m	m	580	4.555.315	2.642.082.700
	Muro sostenimiento H=6 m	m	560	3.491.020	1.954.971.200
	Muro sostenimiento H=4m	m	120	1.861.051	223.326.120
	PRESUPUESTO DE OBRAS VIALES				**38.103.323.274**
	EXPROPIACIONES RURALES	Ha	119,28	2.050.000	**244.524.000**
	TOTAL PRESUPUESTO				**38.347.847.274**

Plano 1

Plano 2

4.4 Prediseño de Puentes

4.4.1 Introducción

Sobre la base de una solución tipológica factible, tomada del estudio de la solución construida en el puente Llacolén en Concepción y la solución propuesta para el nuevo puente BÍOBÍO en Coihue, se desarrollan las soluciones a nivel de prediseño para las alternativas de puente identificadas.

De acuerdo con los análisis preliminares, se proponen 4 emplazamientos básicos factibles en la zona descrita, dos de los cuales tiene dos subalternativas de emplazamiento para el puente. Se analizarán, por tanto, un total de 6 emplazamientos posibles de puentes, conectados a la red vial principal mediante los corredores descritos anteriormente.

El presente informe se orienta al estudio de alternativas integrales de solución (esto es de combinaciones puente + corredor), razón por la cual se propone una única solución tipológica, con costos unitarios similares, de modo que el parámetro fundamental del análisis del costo de inversión es la longitud de puente requerida en cada caso, ya que la sección transversal del puente es constante, y el costo del corredor asociado.

Los estudios de puentes se basan en la experiencia del consultor en el tema, y la información básica siguiente:

- Planta y Perfil Longitudinal del eje vial, escala 1:5000, proveniente del diseño geométrico de los corredores.
- Información geotécnica de referencias. Se consideró el suelo informado por JICA en el Puente Llacolén en Concepción, estudio de factibilidad. Se consideró también la información geotécnica recopilada en el informe de anteproyecto del Puente Bíobío en Coihue, basado en sondajes del lecho. Ambas estructuras cubren la variabilidad del suelo del río en el sector de emplazamiento de las estructuras.
- Información hidráulica de referencias, en base a conversaciones sostenidas con un especialista en el tema y datos extrapolados de los estudios antes mencionados. En cualquier caso, en general las rasantes dispuestas quedan controladas por las condiciones topográficas de las zonas de emplazamiento, más que por la cota de aguas máximas.

4.4.1.1 Descripción General del Problema

El estudio se orienta a determinar la factibilidad de emplazar un nuevo puente sobre el río Bíobío, en la zona oriente de Concepción, entre las localidades de Chiguayante y La Laja, distantes aproximadamente 65 Km entre si.

Dado que el puente debe dar satisfacción a los problemas de conectividad del sector, las alternativas de emplazamiento factibles, más que responder a características del río en cada sector, deben satisfacer la mejor opción de conectividad buscada.

El río presenta características bastante similares en la zona de Chiguayante hasta San Rosendo, donde no existen aportantes importantes que afecten su escurrimiento, con variaciones menores en su ancho producto de zonas de curvas del río, principalmente, donde este divaga más que en otros sectores, con bancos de arena que generan mayores anchos efectivos. La llegada del río Laja, al Oriente de San Rosendo, muy próximo a esta localidad y a La Laja, en cambio, produce una modificación manifiesta en las características de escurrimiento del río, dado que genera un importante aumento de su caudal, razón por la cual puentes ubicados aguas arriba de dicho sector, presentan longitudes menores.

Desde el punto de vista de los puentes, cada emplazamiento se denomina con el nombre de una alternativa vial y la localidad en que se encuentra el acceso Norte del puente. Para simplificar la comprensión de la denominación, se considera que el río corre siempre de Oriente a Poniente:

- Alternativa 1 : Puente Huaqui
- Alternativa 2A : Puente Santa Juana Poniente
- Alternativa 2B : Puente Santa Juana Oriente
- Alternativa 3 : Puente Buenuraqui
- Alternativa 4A : Puente Laja Poniente
- Alternativa 4B : Puente Laja Oriente

El presente capítulo entrega las características principales de las soluciones de puentes propuestas para cada alternativa vial, con el fin de contar con elementos de juicio adecuados para definir el costo de cada puente involucrado. Se entrega también una descripción detallada de la tipología propuesta y de cómo se establecieron los costos correspondientes por alternativa.

4.4.2 Tipología Base Puente Propuesto Por Alternativa

4.4.2.1 Antecedentes

Considerando el objetivo final de la etapa, como es el de contar con elementos de costos para evaluar las alternativas viales, se propone una tipología única de puente, debidamente justificada, para todos los puentes involucrados por las diferentes alternativas viales.

Como se podrá ver en los Antecedentes de Ingeniería Básica presentados más adelante, las diferencias en las características del río en cada sector de emplazamiento de las alternativas, a nivel de características del subsuelo, niveles de escurrimiento, socavaciones, etc., no ameritan proponer soluciones tipológicamente diferentes, sino matizar sobre una solución básica factible, de manera de contar con costos ajustados a los requerimientos.

Para definir la solución óptima, se analizaron dos casos de puentes emblemáticos, de los cuales se tiene información. Estos son el puente Llacolén en Concepción, que representa la situación de estructura más desfavorable, por las condiciones del subsuelo y niveles

de escurrimiento, y el puente Bíobío en Coihue, localizado al Oriente de La Laja, y que representa la situación más favorable, considerando también el tipo de suelo del lecho y los niveles de escurrimiento.

Se analizan estos puentes y se genera una solución tipológicamente adecuada al problema a resolver, matizando un poco en costos, para interpretar las diferencias que se motivan en la localización de cada alternativa. Dado que no se tienen datos del suelo en cada posición de emplazamiento de puente, se interpolará entre el suelo del Coihue y el del Llacolén, en la definición de la longitud de pilote a colocar en cada caso. Con esto, se obtendrá un costo unitario, por metro cuadrado de puente, a aplicar a cada emplazamiento. El resto de los parámetros de la solución tipológica propuesta se mantienen constantes.

4.4.2.2 Ingeniería Básica Disponible

La ingeniería básica disponible para los estudios de puentes a nivel de diseño preliminar, se basan en la topografía del proyecto vial, y la recopilación de información de proyectos similares aledaños. Seguidamente se describe la información de ingeniería básica utilizada. No se contempló, para esta etapa, levantamiento de información geotécnica ni hidráulica específica para cada localidad.

TOPOGRAFÍA

La base topográfica para el prediseño de los puentes, se basa en un plano de planta y un perfil longitudinal, escala 1:5000, trabajado en escala 1:1000, con el diseño vial de cada alternativa.

Los planos de prediseño del puente se entregan sobre la topografía descrita, encajando cada estructura en el eje vial correspondiente, tanto en planta como en elevación. La vialidad y topografía no se intervienen, sólo se modifica la escala del perfil longitudinal, que viene deformado, proceso que se genera de un modo automático.

GEOTECNIA

Se investigaron las características del subsuelo a partir de la información de proyectos disponibles construidos recientemente o proyectados en el Bíobío, y que cuenten con un informe geotécnico.

Es así que se investigaron los puentes Llacolén en Concepción y el puente Bíobío en Coihue.

El primero se encuentra en la ciudad misma, conectando la ribera Norte y Sur del río. Es de longitud cercana a los dos Kilómetros, y sus características principales son conocidas, tanto de la geotecnia del lecho como de su geometría, tipo de fundación,

etc. Algo similar pasa con el puente Coihue, se conocen las características del puente existente y también de un nuevo puente a construir en la Ruta 180, del cual OGUP fue proyectista a nivel de anteproyecto.

- Geotecnia Coihue

El Proyecto para las fundaciones del puente, motivo del presente informe geotécnico (PETRUS), contempla el empleo de un sistema pila-pilote utilizando pilotes preexcavados.

Se contó con la estratigrafía en base a dos sondajes de 20 y 30 m de profundidad, realizados en el lecho mismo del río.

En toda la profundidad de los sondajes se detectó un fluvial constituido por grava arenosa con bolones, no se registró el índice de penetración estándar, NSPT, por no ser representativo, limitando las observaciones a la descripción del suelo y a cuantificar el porcentaje de recuperación de muestra que resultó bastante aceptable.

La estratigrafía en los dos sondajes indica la existencia de una grava arenosa.

Esta depositación fluvial del río Bíobío se caracteriza por exhibir gravas arenosas con bajo contenido de finos sin plasticidad y bolones con Tmax en el rango 5" a 11". Ello indica una alta energía del torrente durante la depositación de la grava que, junto con los procesos de densificación sísmica, permiten concluir que se trata de un depósito compacto aunque desgranable al impacto por tratarse de una grava "limpia".

A partir de esto, se contempla el empleo del sistema pila-pilote utilizando pilotes preexcavados de hormigón armado cuyo diámetro mínimo será de 1,2 m.

La penetración del pilote en el lecho queda definida de modo que se satisfaga simultáneamente los requerimientos de socavación y las condiciones geotécnicas siguientes:

Que la longitud LS verifique

$$LS \geq 5\ D$$

en que D es el diámetro del pilote y LS su penetración bajo el nivel de socavación local para condición sísmica. Este nivel se define en el Vol. 3 del Manual de Carreteras para el análisis de pilotes sometidos a solicitaciones estáticas más sísmicas.

Que la penetración LS sea suficiente para entregar la capacidad de soporte requerida para solicitaciones axiales estáticas más sísmicas.

El cuadro siguiente entrega las capacidades de los pilotes en el suelo descrito.

Cuadro Nº 4.16 : Carga Admisible de Compresión Sobre la Cabeza Del Pilote

Diámetro Pilote (m)	Longitud Le o LS (m)	(RT)adm (ton)	
		Estático	Estático+Sismo
1,20	6	295	443
	8	316	474
	10	336	504
	12	363	545
1,50	8	470	705
	10	504	756
	12	538	807

Para el análisis sísmico de los pilotes se cuenta con las constantes de balasto respectivas.

- Geotecnia Llacolén

Si se revisa el informe geotécnico del estudio preliminar del Llacolén, se obtiene la recomendación siguiente:

"De acuerdo con el informe de suelos, el estrato ubicado a 6 m de profundidad, muestra buena capacidad portante. Tres sondeos efectuados en San Pedro, en el eje del puente, muestran únicamente arena densa. El sondeo del lado Concepción muestra arena salina a 13 m desde la ribera, lo que significa que también hay arena 6 m bajo el lecho. Concluye, se considera que el estrato de soporte de fundación está ubicado a 6 m de profundidad desde el lecho".

Por información recopilada de quien construyó el puente, este debió llevar pilotes de 1,5 m de diámetro, fundado a más de 20 m de profundidad.

El otro puente tomado como referencia es el puente Blas La base topográfica para el prediseño de los puentes se basa en un plano de planta y un perfil longitudinal, escala 1:5000, trabajado en escala 1:1000, con el diseño vial de cada alternativa.

HIDRÁULICA

Se extrapola la información conocida de los puentes Coihue y Llacolén.

- Hidráulica Coihue

Para el anteproyecto del puente Coihue se cuenta con un informe hidráulico, el cual entrega la información de nivel de aguas máximas a usar en el diseño para distintos períodos de retorno, y el nivel de socavaciones producto del emplazamiento de la nueva estructura de puente. El agua sube 6,59 m en la sección del puente existente, con una velocidad de escurrimiento de 1,62 m/s.

La socavación, en estos términos es de 3 m la general, y de 2,1 m la local con pilotes de 1,5 m. Lo que da un total de 5,1 m.

- Hidráulica Llacolén

Desde el punto de vista hidráulico el puente Llacolén es singular, por su cercanía a la desembocadura. Se consideran niveles de socavación bajos, del orden de 4,5 m bajo el lecho. Proponiéndose fundar, no obstante a 9 m bajo el lecho. El estudio recomendó fundaciones directas, pero finalmente se colocaron también pilotes profundos.

Complementariamente, conversaciones con un especialista, orientó a considerar, para los sectores del río intermedios, entre el Llacolén y el Coihue, bajo la llegada del La Laja, cotas de agua de 7 a 9 m sobre el nivel del lecho.

La topografía de la zona, y el estándar de las rutas que se programan comparar, forzaron rasantes altas que hacen que se cumpla holgadamente el nivel de aguas señalado. Como niveles de socavación total, se consideraron 6 metros bajo el lecho.

4.4.2.3 Tipología Propuesta, Descripción

A la luz de los antecedentes de ingeniería básica descritos, la experiencia del consultor, y las longitudes de puentes comprometidas, se ha propuesto una tipología básica, la que se describe seguidamente.

El puente tipo se muestra en planos de Tipología propuesta, incluidos más adelante. Este consiste en una estructura formada por dos estribos extremos con encepado y fundación de pilotes (encepado en "C"), y cepas aporticadas tipo pila – pilote, con pilotes de 1,5 m de diámetro. Las cepas llevan una viga dintel para apoyo de las vigas del tablero y un pequeño encepado bajo el lecho, para acortar la altura de las pilas – pilotes y permitir, además, dar adecuada continuidad al pilote y a la columna de cepas.

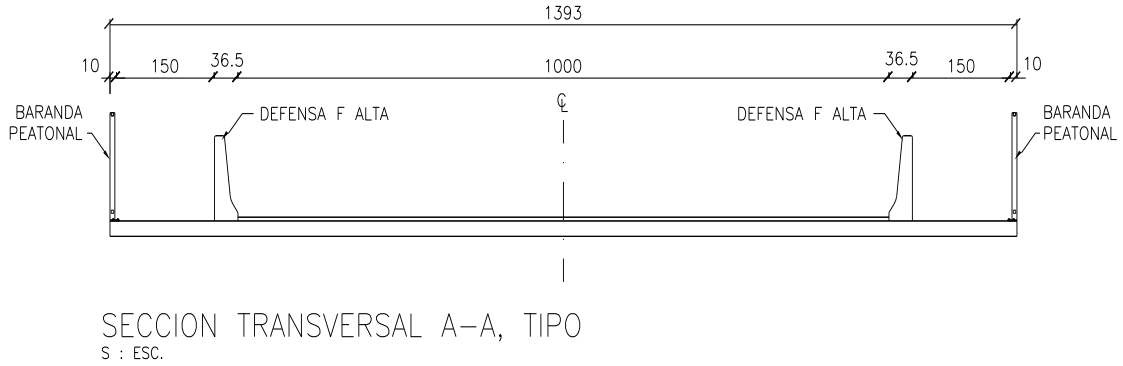
El tablero está conformado por 5 vigas pretensadas de 45 m de longitud, las que se lanzan con grúa o con una lanzadora, dado que el número de vigas comprometido lo hace factible. La losa es clásica, de hormigón armado de 20 cm de espesor mínimo.

Sobre el tablero se proponen defensas NJ a borde de pavimento y aceras sin desnivelar, limitadas por barandas metálicas peatonales. Se proponen juntas de dilatación cada dos tramos.

La tipología propuesta se considera adecuada para la problemática de todos los puentes de las diferentes alternativas en estudio, no sólo por se la utilizada en los dos puentes de referencia, sino por que predominan tramos rectos de mediana altura, donde se debe intentar obtener el tramo de mayor longitud posible prefabricado (vigas), y el menor número de cepas, sin tener que acceder a tipologías de grandes longitudes de tramos, donde se abarata sólo parcialmente la infraestructura, encareciéndose notablemente la superestructura, especialmente si se utilizan soluciones metálicas.

Para efectos de cubicación y costeo, la tipología anterior se desarrolla para una altura media sobre el lecho de 13 m, puente recto y horizontal, de 900 m de longitud referencial. La sección transversal tipo es la de los puentes del Bíobío, de 13,93 m, repartidos según se muestra en la figura siguiente:

Figura Nº 4.11 : Sección Transversal Tipo



4.4.2.4 Planos Tipología Propuesta

La geometría básica de la tipología propuesta se muestra en los planos adjuntos.

En la primera lámina se presenta el encaje de la solución, tanto en planta como en alzado. La sección transversal del tablero y las especificaciones.

No se indican dimensiones de detalle, ya que es una solución genérica.

En cualquier caso, para efectos de cubicación se ha considerado un puente de 20 tramos de 45 m, 900 m de longitud total.

La segunda lámina muestra la tipología de cepas y estribos.

REEMPLAZAR AMBAS HOJAS POR PLANOS DE ARCHIVOS ADJUNTOS.

REEMPLAZAR AMBAS HOJAS POR PLANOS DE ARCHIVOS ADJUNTOS.

4.4.2.5 Cubicación y Presupuesto Tipología Propuesta

Con el fin de contar con una idea de costos a aplicar a los puentes de las diferentes alternativas viales, se procedió a cubicar la solución tipológica propuesta, aplicando un vector actual de precios a dichas cubicaciones, obteniéndose así el presupuesto correspondiente.

Este presupuesto responde a los siguientes parámetros de la estructura tipo:

- Longitud, 900 m
- Ancho, 13.93 m
- H pilotes estribo, 20 m
- H pilotes cepas, 25 m
- H columnas, 9 m
- Socavación total estimada, 6 m
- H agua, 7 a 9 m

Se cubica la estructura, se aplica el vector de precios descrito, y se determina un valor por metro cuadrado de puente, el cual se aplicará a cada puente de las alternativas viales en estudio.

Las planillas siguientes ilustran el análisis de costos realizado.

De acuerdo con dicho análisis, resulta un valor por metro cuadrado de UF 31,6. Se tomará un valor referencial típico para todas las alternativas de UF 30, sin IVA.

Cuadro Nº 4.17 : Planilla de Cubicación Puentes y Estructuras Viales Puente Tipo

Código	Descripción	Unidad	Cubicación	Precio Unitario $	Total
INFRAESTRUCTURA					
200-0	Instalación Faenas	GL	1,0	630.525.300	630.525.300
202-5	Excavación a Máquina	M3	3.866,9	3.153	12.190.891
202-2	Excavación a Mano	M3	773,4	10.509	8.127.471
206-1	Relleno Estructural	M3	1.539,6	21.018	32.358.558
504-1	Moldaje	M2	7.265,0	27.323	198.501.400
503-2	Acero A63-42H	KG	544.733,8	1.051	572.447.404
501-1	Hormigón H-5	M3	14,9	42.245	629.453
501-14	Hormigón H-30	M3	3.526,4	105.088	370.581.477
412-2	Impermeabilización de Muros	M2	283,1	1.051	297.503
509-1	Pilotes Preexcavados (in situ)	M3	3.710,9	525.438	1.949.846.946
SUPERESTRUCTURA					
504-1	Moldaje	M2	12.796,0	27.323	349.622.075
503-2	Acero A63-42H	KG	358.558,2	1.051	376.800.028
506-25	Vigas Pretensadas L=45m	Nº	100,0	29.424.514	2.942.451.400
501-14	Hormigón H-30	M3	3.167,4	105.088	332.854.306
412-1	Impermeabilización Tableros	M2	12.537,0	10.509	131.748.261
411-1	Carpetas Asfálticas en Puentes	M3	626,9	84.070	52.703.508
512-1	Juntas Dilatación Elastoméricas	M	153,2	525.438	80.497.063
514-1	Suministro y Colocación Apoyos y Anclajes	Nº TRAMOS	20,0	1.050.876	21.017.510
VARIOS					
207-3	Enrocados de Protección	M3	1.032,2	31.526	32.541.411
515-1	Losa Acceso	M3	21,0	174.025	3.654.525
710-1	Barandas Metálicas Peatonales	M	1.832,0	21.018	38.504.078
710-3	Barreras de Hormigón	M	1.832,0	107.820	197.525.922

TOTAL $	8.335.426.493

INFRAESTRUCTURA	3.775.506.406
SUPERESTRUCTURA	4.287.694.152
VARIOS	272.225.935
TOTAL	8.335.426.493
US$/m2	1.196,3
UF/m2	31,6

4.4.3 Características de los Puentes Por Alternativa

4.4.3.1 Antecedentes

Seguidamente se resumen, brevemente, las características de los puentes que encajan para cada alternativa.

En este capítulo se describe como se encajó la estructura, que aspectos relevantes se tuvieron en cuenta para su encaje (longitud, ancho, etc.), así como otras notas de interés.

En el capítulo siguiente se entregan los planos con el encaje propuesto.

4.4.3.2 Alternativa 1: Emplazamiento Puente Sector Hualqui

El puente se sitúa entre los PK 4+270 y 5+680, del eje de trazado en planta, con avance de kilometraje hacia el Sur.

La solución propuesta presenta una longitud de 1410 m y se conforma de 27 tramos de 45 m, tres tramos de 45,17, 46,5 y 43,2 m y, por último, dos tramos de ajuste de 30,19 y 30,02 m. En total 32 tramos.

Este encaje se ve forzado por la necesidad de alargar el puente en una zona de inundación donde el eje va en curva, pasando por encima del camino de la madera. Los tramos de longitud variable, por tanto, se localizan en la salida Sur del puente.

En el lado Norte, lado entrada de puente, la estructura se proyecta con rasante alta, con el fin de pasar sobre el ferrocarril y empalmar a buena cota en el sector de cuesta aledaño. La altura sobre le línea férrea en el acceso norte es de 10,89 m.

El puente tiene pendiente longitudinal de 0,48% bajando hacia el Sur, y una altura en arranque de 9,12 m sobre el terreno natural, llegando con lo justo para pasar sobre el camino de la madera en su salida Sur.

Respecto del lecho, el puente presenta una altura mínima de 10 m en la zona más baja de rasante.

El ancho de la estructura es estándar, 13,93 m, para dar satisfacción a una calzada de 10 m, con aceras de 1,5 m, según se describió anteriormente.

4.4.3.3 Alternativa 2A: Emplazamiento Puente Sector Santa Juana, Poniente

El puente se sitúa entre los PK 2+960 y 5+030, del eje de trazado en planta, con avance de kilometraje hacia el Sur.

La solución propuesta presenta una longitud de 2070 m y se conforma de 6 tramos de inicio de 37,24, 34,08, 33,39, 35,29, 40,17 y 45,06 m, en la zona de Talcamávida, donde el puente se desarrolla en curva. Luego se requieren 40 tramos de 45 m y un tramo final de cierre de 44,77 m. En total 47 tramos, para el puente de mayor longitud de todas las alternativas estudiadas.

El encaje tan forzado se produce por la incursión que debe hacer el puente en la zona de Santa Juana para cruzar sobre el ferrocarril, y el esviaje que presenta la alternativa al cruzar el río. El puente podría ser algo más corto, separando el paso sobre el ferrocarril, caso en que se podrían evitar los primeros siete tramos, colocando el estribo de entrada de puente en el PK 3230. En ese caso se ahorran 270 m de puente, quedando de 1800 m. En ese caso, se debe sumar un tramo de puente desviado de 37,24 m para pasar sobre el ferrocarril.

En suma, se considera evaluar dos subalternativas de puentes: Alt. 2AA, de 2070 m de longitud y Alt. 2AB de 1837 (1800+37) m de longitud.

En el lado Norte, lado entrada de puente, la estructura se proyecta con rasante alta, con el fin de pasar sobre el ferrocarril y empalmar a buena cota. La altura sobre le línea férrea en el acceso norte es de 19.66 m, esto motivado por la topografía del lugar, más que por el ferrocarril.

El puente tiene pendiente longitudinal de 0,50% bajando hacia el Sur, y una altura en arranque de 13,36 m sobre el terreno natural, llegando a la salida Sur con 15 m sobre el terreno natural, que también es escarpado.

4.4.3.4 Alternativa 2B: Emplazamiento Puente Sector Santa Juana, Oriente

El puente se sitúa entre los PK 22+452 y 23+617, del eje de trazado en planta, con avance de kilometraje hacia el Sur.

La solución propuesta en este caso, es mucho más directa, ya que llega y sale en una zona despoblada bastante escarpada. El puente presenta una longitud de 1165 m y se conforma de un par de tramos de ajuste en ambos extremos, donde el trazado se desarrolla en curva, de 40,29 y 44,71 m, complementados por 24 tramos de 45 m. En total 26 tramos.

El encaje es bastante amigable con el río, ya que parte y llega a zonas altas y protegidas, especialmente en la entrada Norte.

En el lado Norte, lado entrada de puente, la estructura se proyecta con rasante alta, con el fin de pasar sobre el ferrocarril y empalmar a buena cota. La altura sobre le línea férrea en el acceso Norte es de 10,71 m, esto motivado por la topografía del lugar, más que por el ferrocarril.

El puente tiene pendiente longitudinal de 0,59% bajando hacia el Sur, y una altura en arranque de 9,31 m sobre el terreno natural, llegando a la salida Sur con 11 m sobre el terreno natural, que es menos escarpado al inicio.
Respecto del lecho, el puente presenta una altura superior a los 11 m en toda su extensión.

El ancho de la estructura es estándar, 13,93 m, para dar satisfacción a una calzada de 10 m, con aceras de 1,5 m, según se describió anteriormente.

4.4.3.5 Alternativa 3: Emplazamiento Puente Sector Buenuraqui

El puente se sitúa entre los PK 10+220 y 11+165, del eje de trazado en planta, con avance de kilometraje hacia el Sur.

La solución propuesta en este caso, es similar a la de Santa Juana Poniente, llega también muy cercana al pueblo, sólo que en este caso el FFCC se encuentra muy próximo al río y a buena cota, por lo que luego la rasante baja, sin generar grandes problemas en su paso por la localidad.

El puente presenta una longitud de 945 m, conformado por 21 tramos de 45 m, ya que el trazado es completamente recto en planta.

En el lado Norte, lado entrada de puente, la estructura se proyecta con rasante alta, con el fin de pasar sobre el ferrocarril y empalmar a buena cota. La altura sobre le línea férrea en el acceso norte es de 10 m, esto motivado por la topografía del lugar, más que por el ferrocarril.

El puente tiene pendiente longitudinal de 0,60% bajando hacia el Norte en este caso, y una altura en arranque de 9,0 m sobre el terreno natural, llegando a la salida Sur con sólo 4,7 m sobre el terreno natural.

Respecto del lecho, el puente presenta una altura superior a los 14 m en la zona más baja de la rasante.

El ancho de la estructura es estándar, 13,93 m, para dar satisfacción a una calzada de 10 m, con aceras de 1,5 m, según se describió anteriormente.

4.4.3.6 Alternativa 4A: Emplazamiento Puente Sector La Laja, Poniente

El puente se sitúa entre los PK 2+295 y 3+420, del eje de trazado en planta, con avance de kilometraje hacia el Norte.

El eje a que da servicio al puente en este caso, pasa por La Laja, utilizando la zona reservada para que se desarrolle la futura costanera. El emplazamiento es recto y cruza sobre el ferrocarril que se sitúa muy próximo al río.

Se observa también que muy próximo al emplazamiento del eje se sitúa la llegada del río Laja, el cual modifica de un modo sustantivo el escurrimiento del Bíobío, en el sector y desde ahí hacia abajo.

El puente presenta una longitud de 1125 m, conformado por 25 tramos de 45 m, ya que el trazado es completamente recto en planta.

En el lado Norte, lado salida de puente, en este caso, la estructura se proyecta con rasante ajustada para pasar sobre el FFCC. La altura sobre le línea férrea en el acceso norte es de 8 m.

El puente tiene pendiente longitudinal de 0,45% bajando hacia el Sur, y una altura en arranque de 10,7 m sobre el terreno natural, llegando a la salida Norte con los 8 m ya descritos.

Respecto del lecho, el puente presenta una altura superior a los 13 m en la zona más baja de la rasante.

El ancho de la estructura es estándar, 13,93 m, para dar satisfacción a una calzada de 10 m, con aceras de 1,5 m, según se describió anteriormente.

4.4.3.7 Alternativa 4B: Emplazamiento Puente Sector La Laja, Oriente

El puente se sitúa entre los PK 29+980 y 30+985, del eje de trazado en planta, con avance de kilometraje hacia el Norte.

El eje a que da servicio al puente en este caso, pasa por el fin de la zona industrial de La Laja, al Oriente de la ciudad, y cruza el camino de acceso a La Laja desde el Oriente. El emplazamiento propuesto es recto y cruza sobre el ferrocarril que se sitúa muy próximo al río.

El puente presenta una longitud de 1005 m, conformado por 20 tramos de 45 m y 3 tramos de 35 m, para lograr el ajuste en la zona de salida, donde se debe cruzar el FFCC.

En el lado Norte, lado salida de puente, en este caso, la estructura se proyecta con rasante ajustada para pasar sobre el FFCC. La altura sobre la línea férrea en el acceso Norte es de 12,7 m.

El puente tiene pendiente longitudinal de 0,28% bajando hacia el Norte y una altura en arranque de 12,6 m sobre el terreno natural, llegando a la salida Norte con 10,7 m.

Respecto del lecho, el puente presenta una altura superior a los 14 m en la zona más baja de la rasante.

El ancho de la estructura es estándar, 13,93 m, para dar satisfacción a una calzada de 10 m, con aceras de 1,5 m, según se describió anteriormente.

4.4.4 Planos Encaje Puentes

A continuación se presentan los planos de encaje de los puentes de las alternativas analizadas:

- Alternativa 1 : Emplazamiento Puente Sector Hualqui
- Alternativa 2A : Emplazamiento Puente Sector Santa Juana, Poniente
- Alternativa 2B : Emplazamiento Puente Sector Santa Juana, Oriente
- Alternativa 3 : Emplazamiento Puente Sector Buenuraqui
- Alternativa 4A : Emplazamiento Puente Sector Laja, Poniente
- Alternativa 4B : Emplazamiento Puente Sector Laja, Oriente

1

2

3

4

5

6

4.4.5 Estimación de Costos por Alternativa

El estudio realizado a nivel de prediseño, permite presentar un costo por cada puente de cada alternativa.

Sobre la base del presupuesto generado para el puente tipo y el valor por metro cuadrado obtenido, se obtienen los costos de los puentes anteriormente descritos, para cada alternativa.

El cuadro siguiente, resume los parámetros involucrados en cada alternativa, establece un costo aproximado por metro cuadrado, y permite tener un valor de costo de cada alternativa, en lo que al puente se refiere.

Cuadro Nº 4.18 : Solución Tipo Puente de Vigas

Nº	Alternativa	Longitud Puente M	Ancho M	AREA M2	Costo Unitario $/M2	COSTO TOTAL $
1	Puente Hualqui	1410	13,93	19.641,30	630.525	12.384.336.575
2AA	Puente Santa Juana Poniente	2070	13,93	28.835,10	630.525	18.181.260.078
2AB	Puente Santa Juana Poniente	1837	13,93	25.589,41	630.525	16.134.770.417
2B	Puente Santa Juana Oriente	1165	13,93	16.228,45	630.525	10.232.448.305
3	Puente Buenuraqui	945	13,93	13.163,85	630.525	8.300.140.470
4A	Puente Laja Poniente	1125	13,93	15.671,25	630.525	9.881.119.608
4B	Puente Laja Oriente	1005	13,93	13.999,65	630.525	8.827.133.516

NOTA : Valores Sin IVA

4.4.6 Conclusiones

Los estudios realizados a la fecha, para un puente de la envergadura del que se requiere en cualquiera de las alternativas propuestas, se han basado en la información entregada por el equipo de diseño vial, y la información básica de geotécnia e hidráulica recopilada de proyectos similares en la zona.

La ingeniería básica disponible, especialmente la topografía, sólo permite proponer un encaje coherente con la vialidad, de modo de conocer sus parámetros fundamentales de longitud y sección. Otros aspectos fundamentales, como son tipos de fundación, modulación, etc., se proponen a partir de la experiencia del consultor.

Las características del río en la zona, la longitud del puente, su altura y la experiencia en puentes similares del sector, orientan a proponer un puente cuya tipología es un tablero de vigas de fábrica, con estribos y cepas fundadas en pilotes. Esta tipología debe lograr tramos de la mayor longitud posible, en base a vigas de fábrica, con el fin de disminuir el número de cepas.

El estudio se orientó a costear el puente requerido por cada una de las alternativas viales propuestas. Con el costo definido, se contará con la información necesaria para realizar la etapa siguiente de evaluación económica de alternativas.

En cada una de las alternativas viales propuestas, descritas in extenso en el Informe, el puente constituye un elemento relevante, tanto por la factibilidad que le da a cada solución, como por la influencia que tiene en su costo.

Para avalar los costos de las soluciones de puentes propuestas, se estudió en detalle una solución tipológica que sirviera de base, apoyándose para esto en la ingeniería básica y proyectos de puente similares del sector, como son el puente Llacolén, en Concepción, y el puente Biobío, en Coihue, que representan una buena caracterización de las nuevas estructuras requeridas.

Respecto de la longitud de puente, un parámetro relevante, dado que las restantes características de los puentes en los diferentes emplazamiento son similares, ésta se definió mediante un estudio detallado de encaje de las estructuras en la vialidad de cada sector. El encaje tuvo en consideración la necesidad de cruzar el ferrocarril aledaño, a desnivel, en todos los casos.

Las estructuras propuestas, por razones topográficas de las zonas escarpadas aledañas, no quedan limitadas por los niveles de aguas máximas del río en cada sector, obteniéndose una revancha muy superior al metro exigido por norma, en todos los casos.

Por último, se observa que el puente de menor costo es el de menor longitud, ya que los restantes parámetros son constantes. La sección del puente es la misma para todas las alternativas y la altura de puente es también muy similar en todos los casos.

4.5 Alternativa Barcazas

La falta de conexión fija entre ambas riberas del río es actualmente resuelta, aunque sólo en forma local y muy limitada, mediante botes a remo o con motor fura de borda. Esta solución es utilizada con cierta regularidad en La Laja y San Rosendo, mediante un servicio público regulado por la Capitanía de Puerto.

La embarcación más frecuentemente utilizada es el bote a remo, con capacidad para 2 o 3 personas (más el botero), aunque habitualmente viaja menor número de pasajeros con sacos de productos o provisiones. Este servicio funciona a pedido, desde embarcaderos predefinidos en cada ribera, en que se hace del orden de una decena de viajes diarios en cada sentido.

Figura Nº 4.12 : Servicio de botes entre San Rosendo / La Laja y la ribera opuesta.



Aunque de carácter ocasional, también existe el servicio de bote a motor, siempre con O/D en La Laja o San Rosendo, que se utiliza para el transporte de productos o provisiones a distancias mayores a lo largo del curso fluvial. Se ha registrado, como caso extremo, el transporte de camionetas en embarcación tipo pontón.

Estos viajes se producen entre la ribera sur-poniente del río y las localidad de La Laja o San Rosendo, emplazadas en la ribera opuesta, debido al carácter atractor / generador de la primera de estas localidades. Los viajes a lo largo de la ribera Sur Poniente se realizan esencialmente por el eje vial existente, mientras que por la ribera opuesta son atendidos por el ferrocarril.

A partir de esta observación, surge la idea de una alternativa intermedia que, manteniendo el concepto de embarcación, permita el atravieso de un mayor número de vehículos y pasajeros, pero con un nivel de inversión muy inferior al de una conexión fija.

Aunque esta solución tiene evidentemente un nivel de servicio muy inferior al de un puente, se ha demostrado como alternativa eficiente en la solución de problemas de conectividad en cursos fluviales y lacustres, así como brazos de mar, de las regiones de La Araucanía, de Los Ríos y de Los Lagos, cuando los niveles de flujo no son suficientes para justificar inversiones mayores.

En lo que sigue se desarrolla un análisis preliminar de esta alternativa de conexión.

4.5.1 Alternativas de Solución

Existen dos soluciones posibles para el sistema de barcazas, que radican esencialmente en su sistema de impulsión y, asociado a ello, a su capacidad de transporte.

La carga y descarga de estas embarcaciones se realiza mediante rampas de acceso, conectadas a la vialidad existente. Estas permiten operar con diferentes cotas de agua,

para absorber variaciones de mareas, cotas de inundación o del eje hidráulico. Sólo en el caso de embarcaciones mayores se contemplan obras mayores como zonas de estacionamiento, edificios de resguardo para pasajeros, Capitanías de Puerto, etc.

Barcazas autónomas

Se trata de embarcaciones con sistema de propulsión y navegación autónomas, que le permiten autonomía en la ruta de navegación.

Figura Nº 4.13 : Barcaza autónoma en Lago Budi



Las capacidades típicas van desde embarcaciones menores para uno o dos vehículos de carga (o tres a cuatro vehículos livianos), utilizados para atravieso de cursos fluviales lacustres) hasta embarcaciones mayores para viajes marítimos de larga distancia, con capacidades para 10 o más vehículos de carga (o su equivalente en livianos).

En ambos casos, se contempla además el transporte de pasajeros, con cabinas especiales para ellos sólo en embarcaciones mayores.

Figura Nº 4.14 : Barcazas Autónomas en Canal Dalcahue
Barcazas colgantes



Se trata de embarcaciones que cubren un único track o curso de navegación, asociado a un cable tendido entre ambas riberas del curso de agua a atravesar, típicamente un río.

Están conectadas al cable de atravieso mediante tirantes de longitud variable, fijados a la proa y popa, con roldanas que facilitan el deslizamiento sobre el cable guía.

Figura Nº 4.15 : Barcaza colgante en Galvarino



Usualmente no tienen motor, y su impulso se obtiene de la corriente fluvial, ajustando tirantes de modo que la embarcación adopte una posición oblicua a la dirección del escurrimiento, generando así una componente en sentido transversal a este. Aunque limitada a un curso fijo de navegación, el no requerir de hélice ni timón le permite navegar con mínimos costos de operación y en aguas de escasa profundidad.

La capacidad de este tipo de barcaza es de un camión, carreta o dos vehículos livianos, mezclados con pasajeros sin acomodaciones especiales.

4.5.2 Caracterización del atravieso

Para efectos de analizar la factibilidad de este tipo de solución para el atravieso del río Bíobío, es relevante establecer las características del cauce.

En las zonas identificadas como de de interés para establecer un atravieso (Hualqui, Santa Juana, Buenuraqui, La Laja), el ancho entre riberas es de 1.300 m. a 2.000 m.

La sección transversal del cauce se caracteriza por ser bastante plana, con baja pendiente, lo que se traduce en profundidades reducidas en las riberas (muchas veces con características de playa) que aumentan hasta 10 a 15 m. en el eje hidráulico normal. Durante crecidas, este eje se eleva en otros 15 a 20 m., según el sector.

La causa fundamental de esta configuración es la sedimentación de arenas y finos acarreadas por las aguas, que se depositan en el lecho en los períodos de menor escurrimiento, generando embaucamientos muy ostensibles.

Así, durante los períodos de estiaje, es posible observar que las aguas adoptan cursos divagantes en la caja del río, mientras que en las crecidas dicha caja se inunda por

completo y la fuerza de las aguas desplaza los embancamientos aguas abajo. Junto a la variación en los caudales de escurrimiento se producen, evidentemente, cambios en la velocidad del mismo.

Las siguientes fotos aéreas ilustran los embaucamientos en las zonas de posible emplazamiento de un puente, durante el período de estiaje.

Figura Nº 4.16 : Embancamiento en sector Chiguayente – Hualqui – Patagual



Figura Nº 4.17 : Embancamiento en sector Patagual (6 meses después de crecida histórica de Junio 2006)



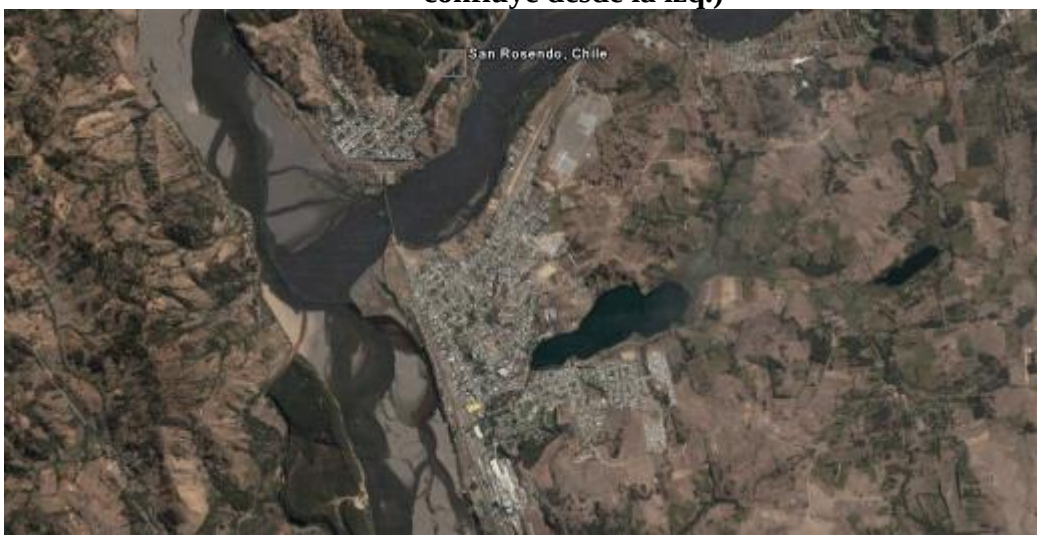
Figura Nº 4.18 : Embancamiento en sector Santa Juana – Talcamávida



Figura Nº 4.19 : Embancamiento en sector Estación Buenuraqui

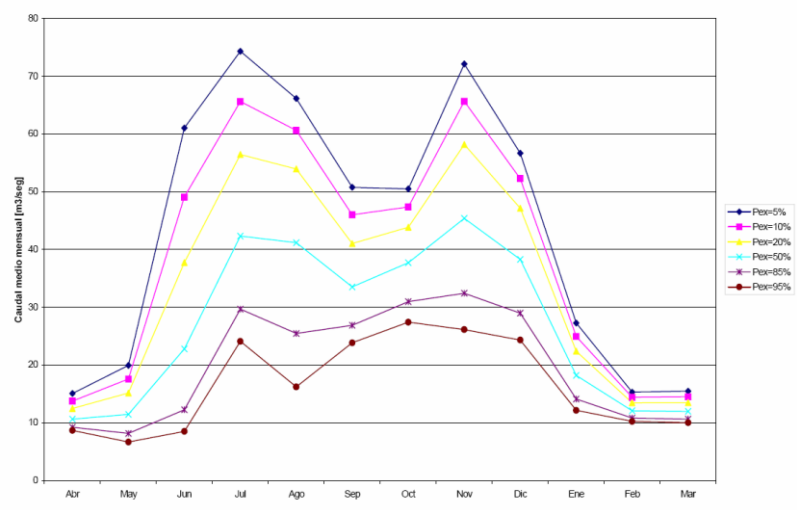


Figura Nº 4.20 : Embancamiento en sector La Laja - San Rosendo (Río Laja confluye desde la izq.)



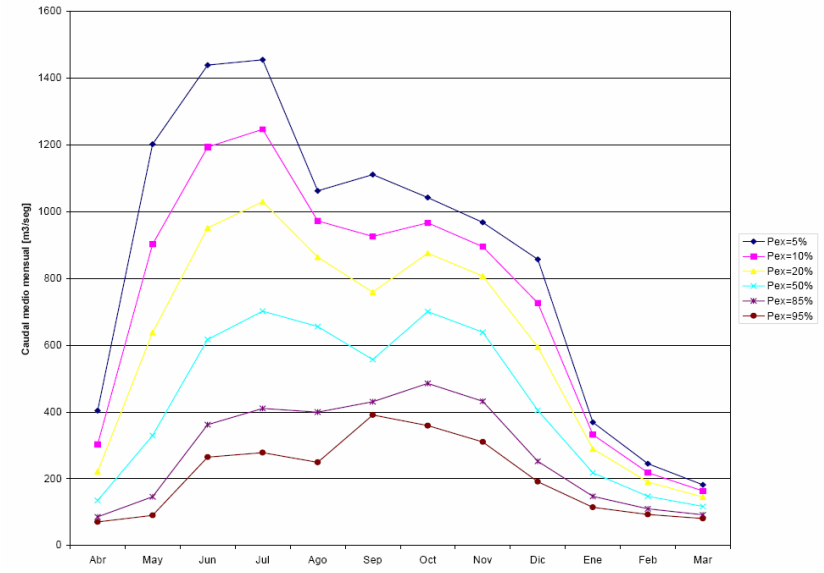
Los antecedentes existentes de caudales para el río corresponden a estaciones pluviométricas en Coihue (aguas arriba de Laja) y en la desembocadura.
Un estudio elaborado para la DGA (Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca del Bíobío, CADE 20041), entrega información de la estacionalidades las dos estaciones pluviométricas del río entre las cuales se inserta el sector en estudio: Coihue y Desembocadura. Los siguientes gráficos ilustran esa estacionalidad:

Figura Nº 4.21 : Gráfico con Variación Estacional del Caudal en Estación Coihue



Fuente: Op. Cit.

Figura Nº 4.22 : Gráfico con Variación Estacional del Caudal en Estación Desembocadura



Fuente: Op. Cit.

Para los caudales observados, la misma fuente establece máximos de 1000 y 2.000 m^3/seg. (Julio) y mínimos de 150 y 250 m^3/seg. en Coihue (Febrero) en Coihue y Desembocadura, respectivamente.

Respecto de caudales de diseño, estudios realizados por el Consultor para un nuevo puente en Coihue, estiman los caudales de diseño como sigue:

Cuadro Nº 4.19 : Caudales de Crecida en Coihue, para Períodos de Retorno de 25, 100, 200 y 300 Años

CAUDAL DE CRECIDA (m3/s)			
T = 25 años	**T = 100 años**	**T = 200 años**	**T = 300 años**
7.600	8.560	9.140	9.450

Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a los escasos cursos afluentes importantes entre Coihue y La Laja (destacando sólo el río Vergara), estos caudales deberían ser algo inferiores a los que se dan en esta última localidad, antes de confluir allí el río del mismo nombre.

De acuerdo a los antecedentes expuestos, el caudal de diseño en las zonas objeto de análisis se estima preliminarmente como el doble de las estimadas en Coihue.

4.5.3 Análisis Preliminar de Factibilidad Técnica

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, es posible identificar varias condiciones que imitan una solución de barcazas para el atravieso del río en la zona en estudio.

En primer lugar, el embancamiento del lecho y la divagación del cauce hacen que no sea posible identificar un canal o curso estable de navegación, lo que impide una solución de barcaza colgante. A ello se agrega que, por la longitud del atravieso, el dimensionamiento y tendido del cable guía presenta un problema no menor. En efecto, considerando que la flecha admisible para su operación es bastante reducida, y la velocidad a que puede llegar el escurrimiento, podría requerirse de macizos de gran envergadura.

Por otra parte, navegación de una barcaza autónoma resulta difícilmente practicable por la importante sedimentación y embancamiento, que hacen imposible una navegación sin riesgo de varadura y consecuente daño a los mecanismos de impulsión y dirección. Esto inhabilita una solución de barcazas al menos entre los meses de Diciembre a Mayo (período de estiaje en que se produce el mayor embancamiento), coincidiendo con una de las épocas de mayor actividad en la zona.

Por el contrario, en situaciones de crecida, si bien la cota del agua resolvería los obstáculos anteriores, la magnitud del caudal y su consecuente velocidad harían muy arriesgada la navegación, la que en todo caso tendría un carácter esencialmente temporal.

En suma, puede concluirse que el río Bíobío no se presta, al menos en la zona objeto de análisis, para un atravieso mediante barcazas, por razones de seguridad y falta de continuidad en el tiempo.

4.6 Resumen Costos de Inversión

A continuación se presenta un cuadro resumen de los costos de inversión estimados a nivel de diseño preliminar según la metodología desarrollada en los acápites anteriores de este capítulo.

Cuadro Nº 4.20 : Resumen Costos Preliminares de Inversión

ALTERNATIVA	ÍTEM	PARTIDA	PRECIO TOTAL $
1	100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	120.330.897
	200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	14.183.627.260
	300	CAPAS GRANULARES	1.209.612.990
	400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	4.562.176.244
	500	PUENTES Y ESTRUCTURAS MENORES	1.165.293.304
	600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	3.098.841.506
	700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	943.883.933
	800	OBRAS VARIAS	10.000.000
		EXPROPIACIONES ZONA RURAL	134.890.000
		EXPROPIACIONES ZONA URBANA HUALQUI	5.455.356.000
	PUENTE ALTERNATIVA 1		12.255.181.278
TOTAL ALTERNATIVA 1			**43.139.193.412**
2A	100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	160.513.535
	200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	27.708.335.177
	300	CAPAS GRANULARES	2.010.524.210
	400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	7.775.552.836
	500	PUENTES Y ESTRUCTURAS MENORES	338.689.794
	600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	3.234.674.071
	700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	908.306.672
	800	OBRAS VARIAS	315.000.000
		EXPROPIACIONES ZONA RURAL	389.869.000
	PUENTE ALTERNATIVA 2A		17.991.649.111
TOTAL ALTERNATIVA 2A			**60.833.114.406**
2B	100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	171.859.146
	200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	23.522.421.874
	300	CAPAS GRANULARES	2.176.974.280
	400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	8.376.833.404
	500	PUENTES Y ESTRUCTURAS MENORES	348.672.150
	600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	3.716.855.134
	700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	949.591.061
	800	OBRAS VARIAS	315.000.000
		EXPROPIACIONES ZONA RURAL	399.606.500
	PUENTE ALTERNATIVA 2B		10.125.745.285
TOTAL ALTERNATIVA 2B			**50.103.558.834**
3	100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	242.140.472
	200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	19.380.936.523
	300	CAPAS GRANULARES	1.929.608.720
	400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	7.125.011.154
	500	PUENTES Y ESTRUCTURAS MENORES	567.878.708
	600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	3.068.850.960
	700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	786.075.440
	800	OBRAS VARIAS	1.178.816.827
		EXPROPIACIONES ZONA RURAL	290.239.000
	PUENTE ALTERNATIVA 3		8.213.589.341
TOTAL ALTERNATIVA 3			**42.783.147.145**
4A	100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	122.436.851
	200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	12.567.267.356
	300	CAPAS GRANULARES	1.442.376.500
	400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	5.488.871.880
	500	PUENTES Y ESTRUCTURAS MENORES	434.848.855
	600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	1.886.557.722
	700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	776.240.248
	800	OBRAS VARIAS	4.910.380.020
		EXPROPIACIONES ZONA RURAL	161.396.500
	PUENTE ALTERNATIVA 4A		9.778.080.568
TOTAL ALTERNATIVA 4A			**37.568.456.500**
4B	100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	127.029.719
	200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	19.753.126.176
	300	CAPAS GRANULARES	1.876.664.700
	400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	7.119.849.428
	500	PUENTES Y ESTRUCTURAS MENORES	459.602.143
	600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	2.491.552.696
	700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	1.005.118.392
	800	OBRAS VARIAS	5.270.380.020
		EXPROPIACIONES ZONA RURAL	244.524.000
	PUENTE ALTERNATIVA 4B		8.735.086.417
TOTAL ALTERNATIVA 4B			**47.082.933.690**

5 DEMANDA, EVALUACIÓN PRELIMINAR Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

5. DEMANDA, EVALUACIÓN PRELIMINAR Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

5.1 Aspectos Metodológicos de Evaluación

5.1.1 Introducción

Las soluciones propuestas se refieren al emplazamiento del nuevo puente en cuatro localizaciones alternativas: Hualqui, Santa Juana, Buenuraqui y Laja. En caso de Santa Juana y de Laja, se consideran dos subalternativas., lo que en definitiva genera 6 alternativas para el puente:

- Puente Hualqui
- Puente Santa Juana Poniente
- Puente Santa Juana Oriente
- Puente Buenuraqui
- Puente Laja Poniente
- Puente Laja Oriente

A cada emplazamiento posible se asocia, por otra parte, el camino de conexión con la red vial inmediata. Alternativamente, se considera una conexión de mejor estándar hasta las rutas principales, denominados corredores. Ello tiene por objeto verificar si este mejoramiento adicional genera suficientes beneficios por atracción de tránsito como para justificarlo.

Dado que estas nuevas conexiones entre ambas riberas generan cambios de costo para ciertos viajes en la red vial, se generarán beneficios al tránsito normal por efecto de la reasignación de éste hacia las rutas que reduzcan su costo.

Adicionalmente, y en función de los ahorros de costos para cada viaje, debe esperarse que estos viajes aumenten en una magnitud que se denomina tránsito generado, al que corresponde un segundo tipo de beneficio.

La existencia de este tránsito generado requiere de un procedimiento de estimación particular para su adecuada consideración en términos del beneficio que le corresponde. Ello, debido a que los diferentes costos al usuario en cada alternativa determina no sólo cambios en la asignación de la demanda a la red sino, además, cambios en la demanda misma. Así, es necesario reconocer diferentes escenarios, en términos de matriz de costos y consecuente matriz de viajes, para cada alternativa.

El siguiente desarrollo establece las definiciones básicas y procedimientos metodológicos adoptados para el análisis, modelación y evaluación de las soluciones propuestas.

5.1.2 Definiciones Básicas

Atendiendo a los plazos requeridos para completar los estudios en curso, contratar y desarrollar el proyecto definitivo para licitar y materializar la construcción, se considera que el primer año en que sería posible iniciar la operación de un nuevo puente sería el año 2015. A este primer corte temporal se agrega un segundo, el 2025, correspondiente al horizonte usual de evaluación de proyectos viales.

Para efectos de la evaluación social, se consideran los precios sociales y factores de corrección PS/PM definidos por Mideplan en Febrero 2009, para el proceso presupuestario 2010 con montos expresados en moneda del 31 de Diciembre de 2008. (SEBI 2010, 1736.pdf).

Cuadro Nº 5.1 : Precios Sociales

		CATEGORIAS DE VEHICULOS				
COMPONENTES	UNIDADES	AUTOS	CTAS.	C.SIM	C.ART	BUSES
PRECIO SOC.VEH.	($/veh)	9.192.000	10.839.000	21.968.000	49.704.000	79.612.000
PRECIO SOC.COMB	($/lt)	317,6	317,6	368,9	395,5	395,5
PRECIO SOC.NEUM.	($/neum)	25.683	50.744	78.587	155.694	155.694
PRECIO SOC.MANT.	($/hr)	2.793	2.793	2.793	2.793	2.793
PRECIO SOC.LUBR.	($/lt)	3.890	3.890	1.835	1.835	1.835
VALOR TIEMPO	($/hr)	6.335	8.628	4.292	4.292	35.530

Fuente: Elaboración Propia a partir de SEBI 2010 (1736.pdf)

Cuadro Nº 5.2 : Factores de Corrección PS/PM

Categoría	Factor de ajuste
Mano de Obra Calificada	0,98
Mano de Obra Semi calificada	0,68
Mano de Obra No calificada	0,62
Divisa	1,01

Fuente: Elaboración Propia a partir de SEBI 2010 (1736.pdf)

5.1.3 Situación Base

Se espera que, independientemente de la construcción de un nuevo puente sobre el río Bíobío, la red vial actual sufra cambios orientados a mejorar la conectividad existente. Así, a partir del Plan de Inversiones de la Dirección de Vialidad y de acuerdo con la contraparte, se incorporan a la Situación Base los siguientes proyectos en los cortes temporales que se indica:

Cuadro Nº 5.3 : Proyectos Incorporados en la Situación Base

Proyecto		Carpeta			Costo Privado Mill $		
	Sector	2015	2025	Geometría	hasta 2015	adic. Al 2025	Total
1	Mejoramiento Ruta O-60						
1.1	Hualqui - Quilacoya	pavimento	pavimento	mejorada	5000	-	5000
1.2	Quilacoya - Talcamávida	ripio	pavimento	existente	-	7000	7000
1.3	Talcamávida - Rere	ripio	pavimento	existente	-	5392	5392
1.4	Rere - Yumbel	ripio	pavimento	existente	-	4221	4221
2	Nueva Conexión Talcamávida - Laja						
2.1	Construcción Puente San Rosendo - Laja						
2.2	Construcción Tramo Talcamávida - Laja	(no existe)	pavimento	id. Talcamavida-Rere	-	7000	7000
3	Mejoramiento O-670 y O-680						
3.1	Copiulemu - Hualqui	ripio	pavimento	existente	4380	2157	6537
4	Ampliación a Doble Calzada (Concesionada) Ruta 180-CH						
4.1	Los Ángeles - Coihue - Huequén	pavimento	pavimento	plana			
5	Ampliación a Doble Calzada (Concesionada) Ruta O-50						
5.1	Cabrero - Concepción	pavimento	pavimento	ondulada			
6	Eliminación Concesión Ruta 156						
6.1	Coihue - Concepción	pavimento	pavimento	ondulada			

Fuente: Elaboración propia en base al Plan e Inversiones de la Dirección de Vialidad.

5.1.4 Alternativas y Escenarios

Una primera alternativa corresponde a la situación base, esto es, aquella en que a la red vial actual se incorporan los proyectos definidos en el capítulo anterior, entre los que no se considera un nuevo puente.

Entre las alternativas con proyecto, para cada solución de emplazamiento del puente se consideran dos alternativas: la primera corresponde a la conexión a la vialidad inmediata y la segunda a una conexión de mejor estándar hasta los actuales ejes principales pavimentados (en Copiulemu o Yumbel por la ribera nor oriente, en Patagual o Santa Juana por la ribera sur poniente). En las páginas siguientes se presentan los diseños preliminares de las alternativas de conexión inmediata, que se agregan a las reportadas en la fase 2 del presente estudio.

Atendiendo a que interesa reconocer los efectos de las diferentes alternativas en la demanda, cuantificando el tránsito generado por las reducciones de costo en la red, se ha preferido el concepto de escenario para definir cada solución a evaluar.

Cuadro Nº 5.4 : Definición de Alternativas y Escenarios

Escenario	Sit. Base	Puente	Corredor
E 0	completa	no	no
E 1: Hualqui			
E 1.1	completa	si	no
E 1.2	(1)	si	si
E 2: Sta Juana			
E 2.1: S. Juana Oriente			
E 2.1.1	completa	oriente	no
E 2.1.2	(2)	oriente	si
E 2.2: S. Juana Poniente			
E 2.2.1	completa	poniente	no
E 2.2.2	(2)	poniente	si
E 3 Buenuraqui			
E 3.1	completa	si	no
E 3.2	(3)	si	si
E 4: Laja			
E 4.1: Laja Oriente			
E 4.1.1	completa	oriente	no
E 4.1.2	completa	oriente	si
E 4.2: Laja Poniente			
E 4.2.1	completa	poniente	no
E 4.2.2	completa	poniente	si

(1) Corredor reemplaza pycto. Hualqui - Copiulemu de Base
(2) Corredor reemplaza pycto. Talcamávida - Rere - Yumbel de Base
(3) Corredor reemplaza pycto. Rere - Yumbel de Base

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nº 5.1: Accesos Inmediatos Puente Hualqui

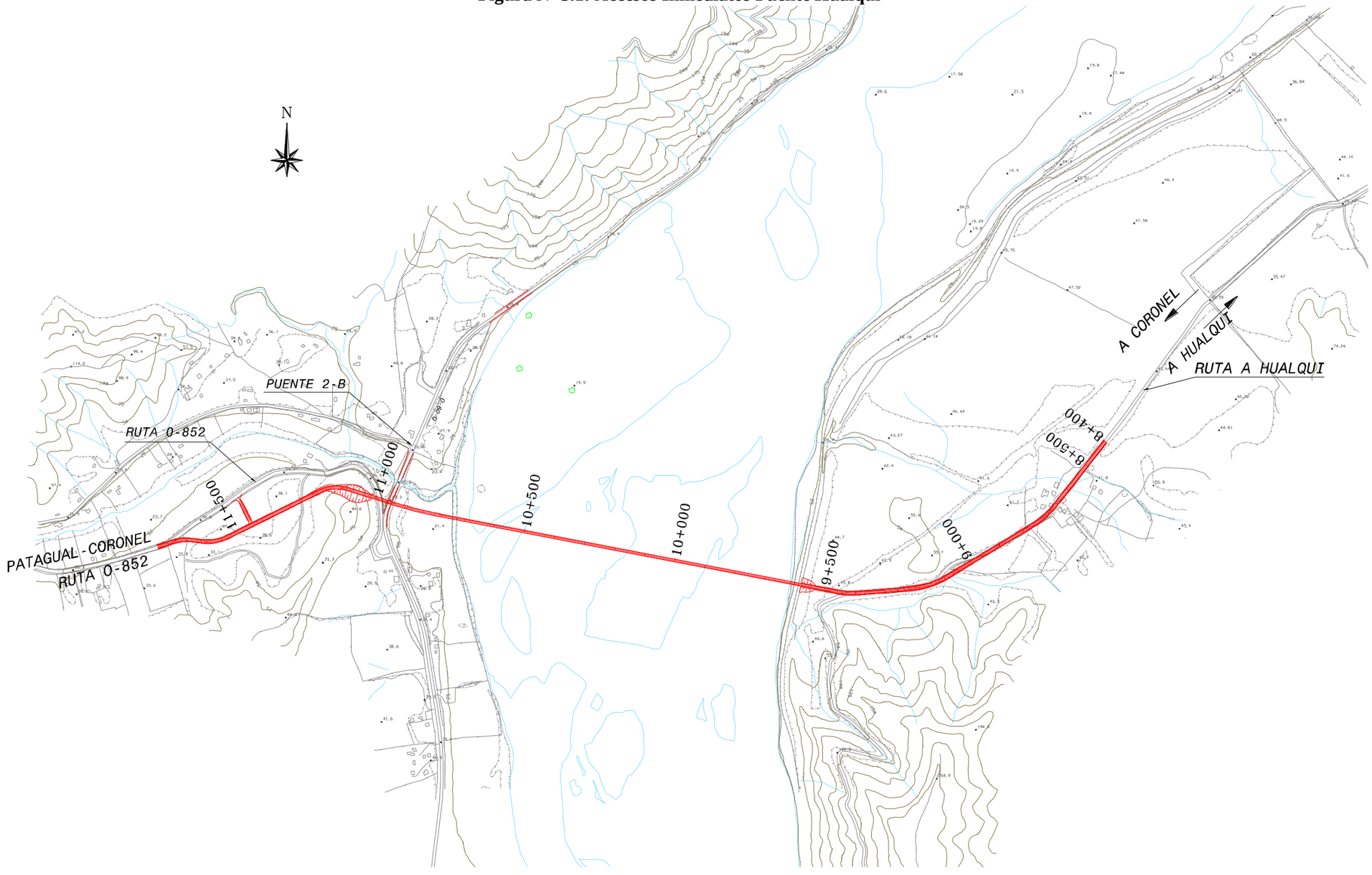


Figura Nº 5.2: Accesos Inmediatos Puentes en Santa Juana

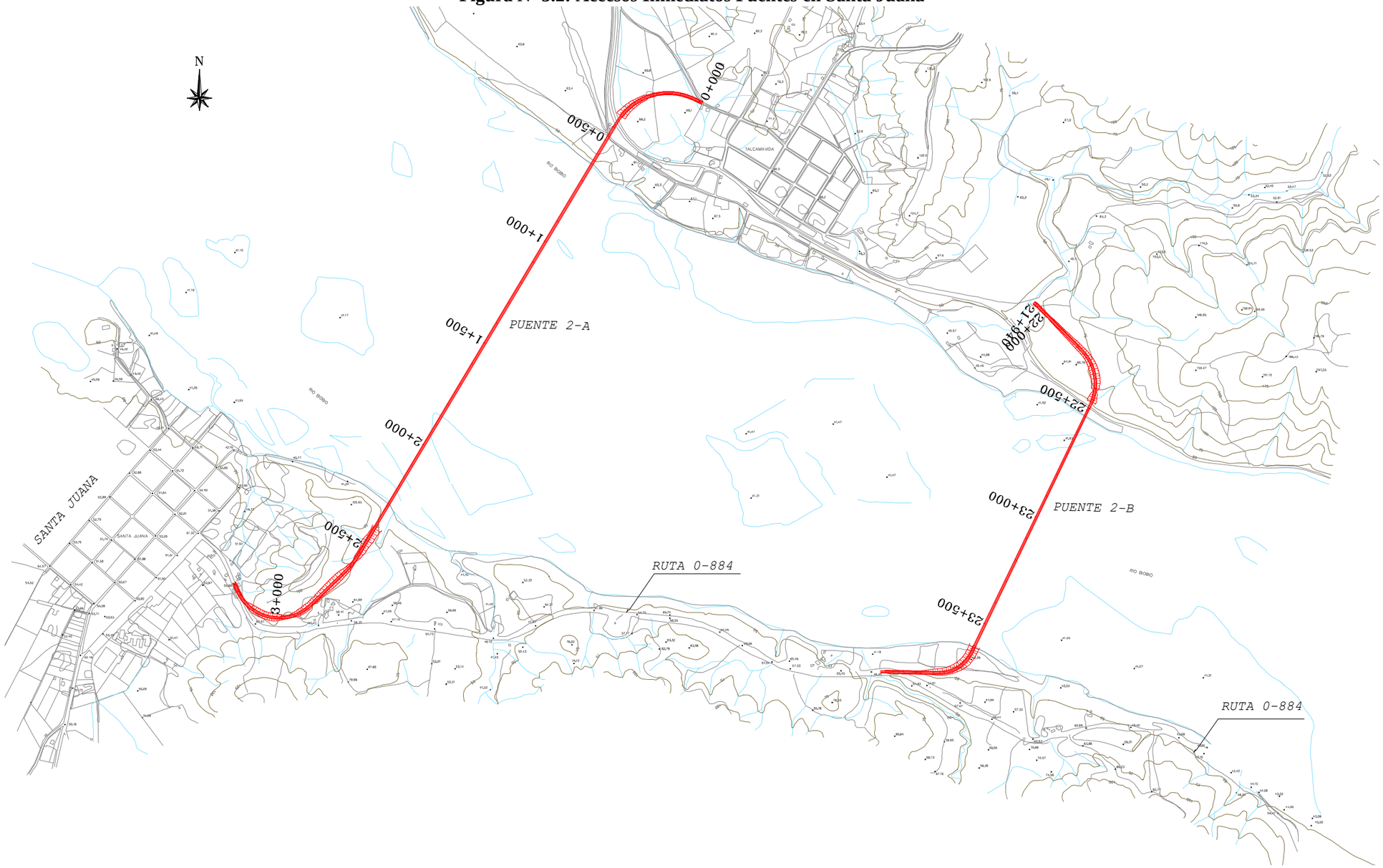


Figura Nº 5.3: Accesos Inmediatos Puente Buenuraqui

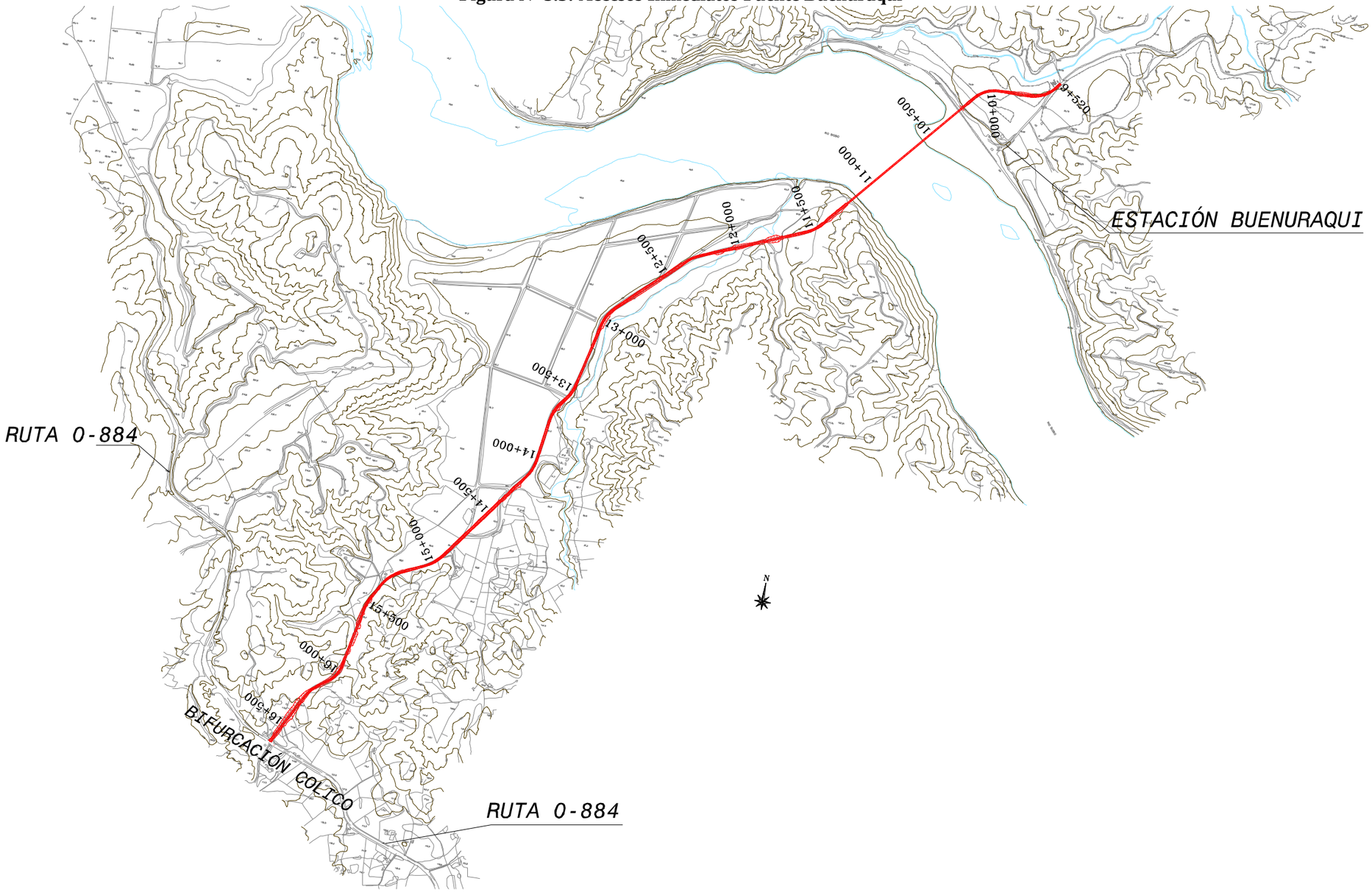
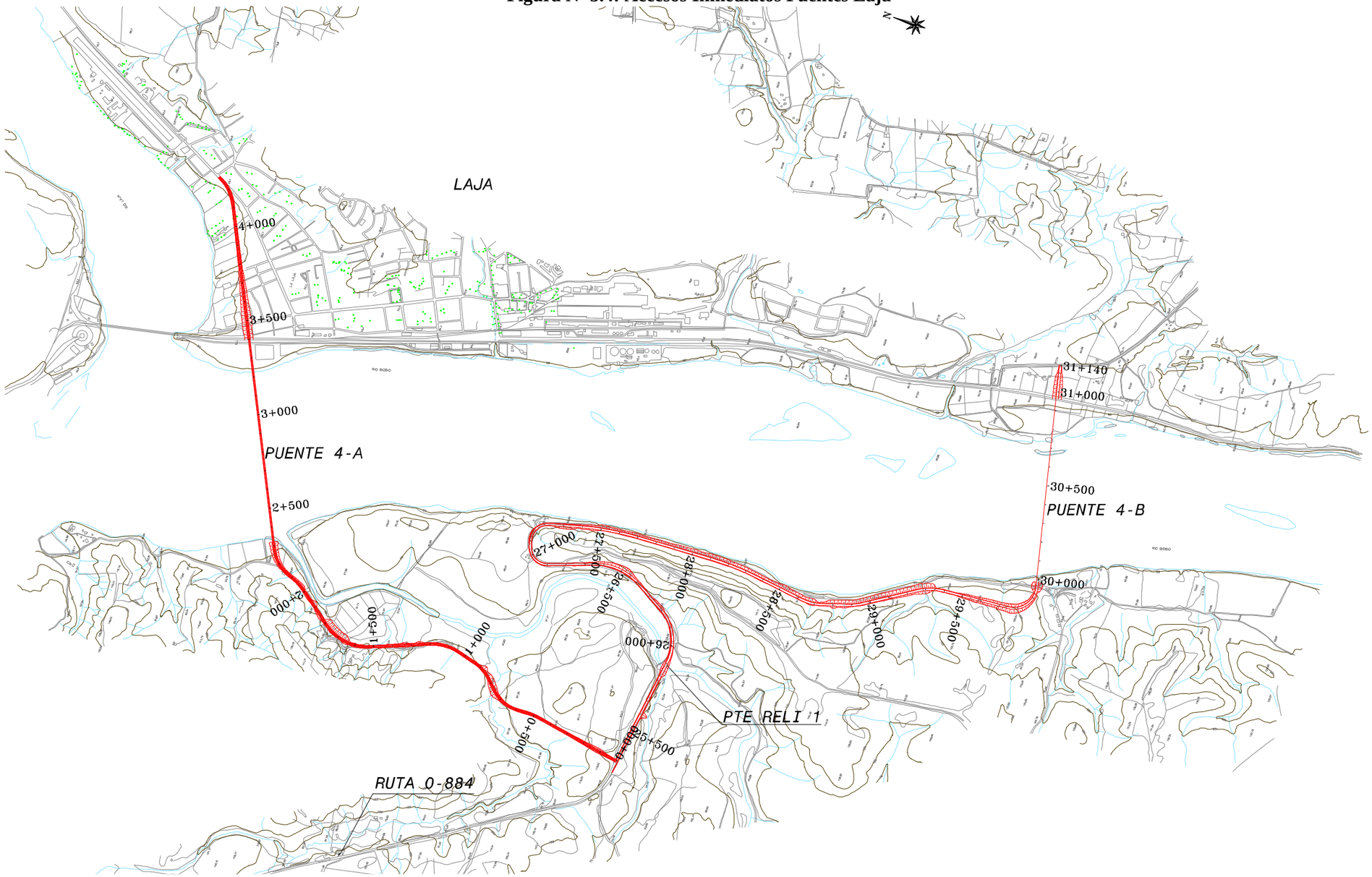


Figura Nº 5.4: Accesos Inmediatos Puentes Laja



Como se indica en el cuadro anterior, en los casos en que procede, la alternativa con corredor reemplaza los proyectos pertinentes de la situación base.

5.1.5 Inversión Social para cada Escenario

Los costos de inversión social para cada solución de puente y sus accesos se obtienen de los presupuestos elaborados a partir de los diseños preliminares de ingeniería.

Las diferentes partidas de cada presupuesto se desglosan en sus componentes de acuerdo a la desagregación propuesta por Mideplan, para luego aplicar los factores de corrección indicados por esa fuente para cada componente y establecer así el factor de corrección PS/PM de esa partida. En el caso de partidas que no figuran entre las reportadas por Mideplan, se han asimilado a otras similares o, en su defecto, se adopta el factor de corrección promedio de aquellas partidas para las que sí se encuentra información.

Paralelamente al proceso de estimación del costo social de inversión ser realiza la estimación de su valor residual. En el caso de los caminos, se estima el valor remanente de cada partida del presupuesto al fin del horizonte de evaluación, que coincide con la vida de diseño (20 años). En el caso de los puentes, en que la vida útil excede largamente ese horizonte de evaluación, se estima primeramente un valor residual a los 50 años y luego el valor remanente al cabo de los primeros 20, distribuyendo linealmente la pérdida de valor inicial.

Un resumen se presenta en los cuadros siguientes:

Cuadro Nº 5.5 : Cuadro Resumen de Alternativas

	ALT. 1 Hualqui		ALT. 2A S. Juana P		ALT. 2B S. Juana O		ALT. 3 Buenuraqui		ALT. 4A Laja P		ALT. 4B Laja O	
	E11	E12	E211	E212	E221	E222	E31	E32	E411	E412	E421	E422
Desarrollo Alternativas (m)												
Accesos a vialidad inmediata Oriente	1.180		380		530		710		885		180	
Accesos a vialidad inmediata Poniente	873		840		452		5.440		2.320		4.610	
Accesos a vialidad inmediata		712		3.934		3.979		5.553		-		-
Mejoramiento trazados existentes		15.054		27.261		30.174		42.705		25.320		25.320
Variantes (no incluidas en anterior)		5.149		8.646		8.646		3.646		4.534		13.637
Punto Inicio Corredor		Patagual		Sta Juana		Sta Juana		Sta Juana		Sta Juana		Sta Juana
Punto de Término Corredor		Copiulemu		Yumbel		Yumbel		Yumbel		Laja		Laja
Desarrollo Total caminos m	2.053	20.915	1.220	39.841	982	42.799	6.150	51.904	3.205	29.854	4.790	38.957
Longitud puente m	1.410	1.410	2.070	2.070	1.165	1.165	945	945	1.125	1.125	1.005	1.005
Desarrollo total m	**3.463**	**22.325**	**3.290**	**41.911**	**2.147**	**43.964**	**7.095**	**52.849**	**4.330**	**30.979**	**5.795**	**39.962**
Inversiones (Mill $)												
Puente	14.583,7	14.583,7	21.410,1	21.410,1	12.049,6	12.049,6	9.774,2	9.774,2	11.635,9	11.635,9	10.394,8	10.394,8
Accesos	1.213,0	30.099,6	1.557,4	50.517,4	1.316,1	47.098,1	4.584,3	40.792,4	3.385,6	32.878,5	6.609,4	45.343,0
Expropiaciones	11,4	5.590,2	665,6	389,9	9,0	399,6	31,9	290,2	1.369,5	161,4	336,3	244,5
Total Mill $, IVA incluido	**15.808,1**	**50.273,5**	**23.633,1**	**72.317,3**	**13.374,8**	**59.547,3**	**14.390,3**	**50.856,8**	**16.391,0**	**44.675,8**	**17.340,4**	**55.982,2**

Fte: Elaboración propia

Cuadro Nº 5.6 : Resumen Inversiones Miles $

Escenario	INV PRIV	SITUACIÓN BASE PRIV	SITUACIÓN BASE SOC	INV SOC	SOC/PRIV	INV SOC-BASE	RESIDUAL	RESIDUAL %
E11	15.808.113			12.038.131	76,2%	12.038.131	8.750.204	72,7%
E12	50.237.793	6.537.082	5.244.413	40.303.566	80,2%	35.059.154	24.141.150	59,9%
E211	23.633.057			18.148.971	76,8%	18.148.971	13.588.863	74,9%
E212	72.589.364	9.613.482	7.515.862	56.750.678	78,2%	49.234.816	30.940.714	54,5%
E221	13.374.759			10.196.672	76,2%	10.196.672	7.452.795	73,1%
E222	59.511.548	9.613.482	7.542.679	46.692.393	78,5%	39.149.714	23.351.205	50,0%
E31	14.390.312			11.067.616	76,9%	11.067.616	7.063.502	63,8%
E32	56.297.566	4.221.132	3.269.572	43.606.531	77,5%	40.336.959	19.333.500	44,3%
E411	16.391.029			12.870.509	78,5%	12.870.509	9.363.400	72,8%
E412	45.346.515			34.645.425	76,4%	34.645.425	15.783.382	45,6%
E421	17.340.435			13.440.492	77,5%	13.440.492	9.005.915	67,0%
E422	57.024.414			44.132.151	77,4%	44.132.151	20.017.165	45,4%

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 Definición de la red, Costos de Operación y Tiempo de Viaje para cada Escenario

La estimación de los costos de operación y tiempo de viaje del usuario se realiza mediante la modelación de la asignación de la matriz de demanda a la red vial, representada por una red de modelación.

Para cada uno de los escenarios y cortes temporales se define la red de modelación asociada, incorporando a la situación actual los cambios definidos para esa alternativa. Estos cambios se refieren tanto a la modificación de la topología (incorporación de arcos nuevos) o características de los arcos existentes (como paso de calzada simple a autopista, carpeta de ripio a pavimento, u otra).

Para efectos de la asignación, se estima el costo generalizado de viaje para cada arco de la red, considerando el tiempo de viaje, combustible, repuestos, mano de obra, neumáticos, lubricantes y peaje, cuando corresponde. Esta estimación se realiza mediante el modelo COPER-CH, utilizando el vector precios privados.

Son determinados los costos de operación privados para cada arco de la red, que son aplicados al modelo de asignación para las alternativas y la situación base (tanto para el corte 2015 como para el corte 2025).

5.2 Modelo de Demanda. Estimación de Tránsitos Normal y Generado

Se estableció un Modelo de Demanda que permite estimar, para cada par O/D, el nivel de tránsito a partir del flujo actual, un crecimiento base asociado al crecimiento general del país y el eventual cambio en el costo de viaje entre la situación actual y el corte temporal modelado.

Con este modelo, se estimó primeramente un Tránsito Normal. Para ello, se consideró la matriz de viajes estimada, para cada corte temporal, con los costos asociados a la red definida para la situación Base.

Con la matriz de viajes así obtenida, se modeló la asignación a la red definida en los diferentes Escenarios, de donde resultó un costo asociado al Tránsito Normal para cada alternativa.

En un segundo proceso, se estimó el Tránsito Generado para cada alternativa con proyecto. Para ello, se estimó una matriz de viajes totales (Tránsito Normal + Generado), aplicando el modelo demanda con los costos estimados para la situación proyectada. Así, para cada par O/D en que del proyecto resulta una reducción de costos de viaje, se obtiene un flujo mayor al estimado para el tránsito Normal. La diferencia entre las matrices de viaje corresponde al Tránsito Generado.

5.2.1 Estimación de Beneficios

Los beneficios al Tránsito Normal se obtiene directamente como la diferencia entre los costos estimados al modelar cada alternativa y aquellos obtenidos al modelar la situación base, asignando en ambos casos la misma matriz de viajes asociados al Tránsito Normal. Ello puede expresarse como:

$$B_{TTO\ NORMAL} = S_{ij}\ (C_B - C_P^N) * Q_{NORMAL}\ \text{ (para todos los pares } \mathbf{ij} \text{ de la red.)}$$

Los beneficios al tránsito Generado, por su parte, se estiman a partir del resultado de asignar la matriz de Tránsito Generado a las redes de modelación con y sin proyecto.
La mitad de la diferencia entre los costos así obtenidos corresponde al beneficio por Tránsito Generado:

$$B_{TTO\ GENERADO} = \tfrac{1}{2} * S_{ij}\ (C_B - C_P^G) * Q_{GENERADO}\ \text{ (para los pares } \mathbf{ij} \text{ en que existe Q generado)}$$

No se estiman, en esta evaluación preliminar, beneficios por ahorros / desahorros de costos de conservación, los que se incorporarán en la evaluación definitiva del proyecto seleccionado. Si bien los trazados nuevos introducen costos adicionales, las reasignaciones hacia rutas más cortas reducen las solicitaciones sobre las rutas abandonadas, con el consiguiente ahorro de costos.

Una situación similar ocurre con los ahorros por concepto de accidentes.

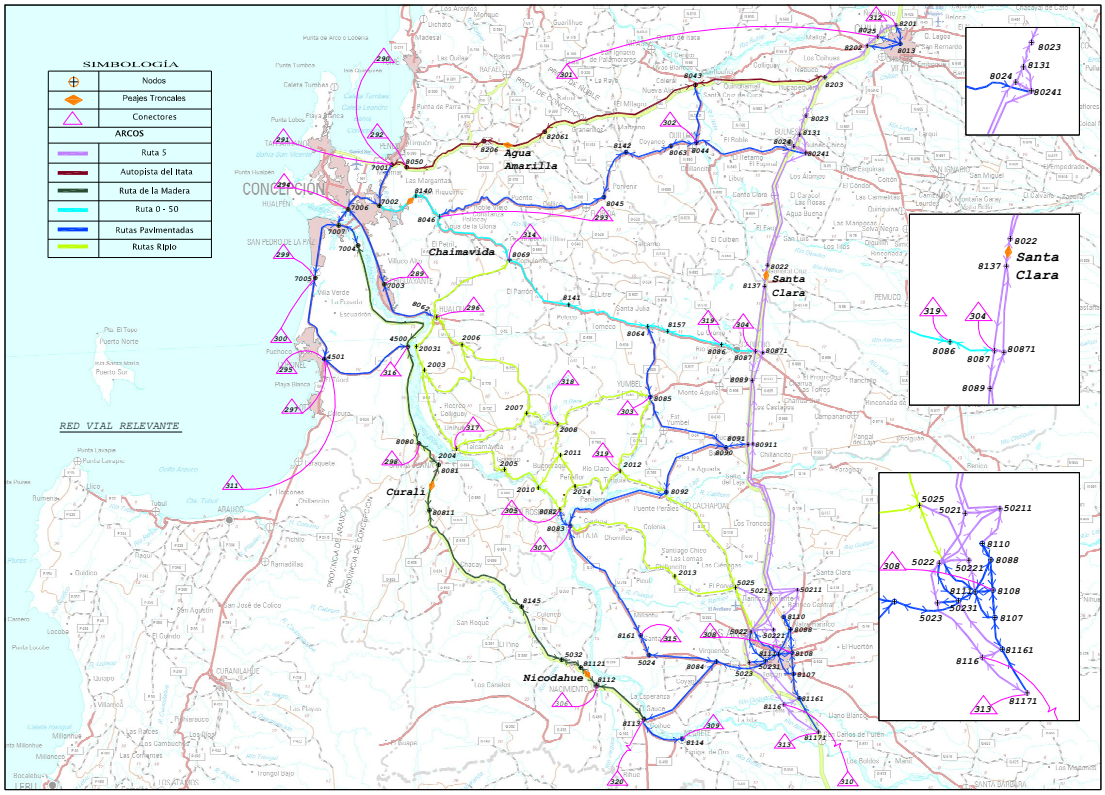
En todo caso, se estima que estos elementos tienen un efecto marginal sobre el resultado económico del proyecto, por tratarse de la incorporación de nuevas conexiones viales más que del mejoramiento de las existentes.

5.3 Calibración Modelo de Asignación

5.3.1 Introducción

Con el objetivo de estimar las reasignaciones en el comportamiento de los usuarios de la red vial relevante (ver Figura Nº 5.5), resultantes del cambio en la oferta vial, se procede a modelar mediante SATURN sus condiciones de operación. Para estos efectos, se realizó una calibración de la situación actual (año 2008) para la hora promedio de acuerdo a lo recomendado de la periodización.

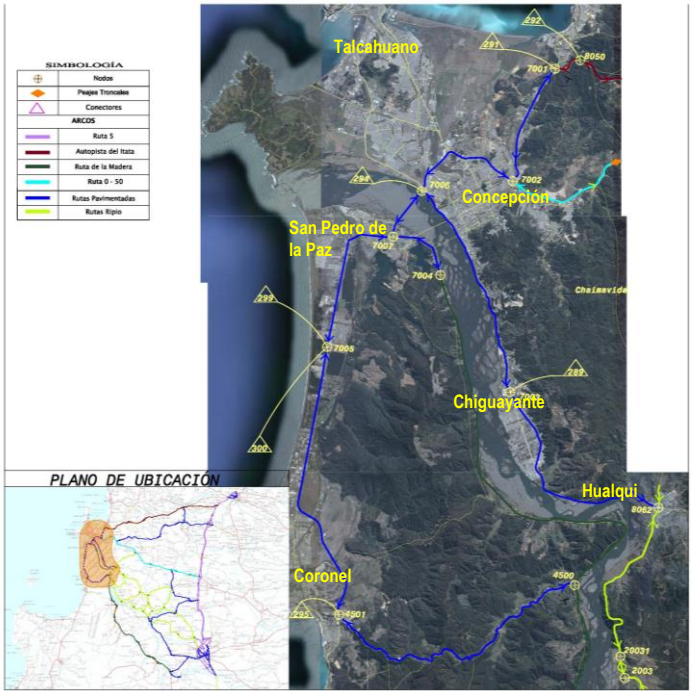
Figura Nº 5.5: Red Vial Relevante



5.3.2 Modelación de la pasada por Concepción

La ciudad de Concepción ha sido considerada en forma simplificada un conjunto de arcos que permiten la conexión que presenta el área metropolitana del Gran Concepción. De esta manera se considera las conexiones desde la Autopista del Itata, la Ruta O-50, Ruta O-60, Ruta de la Madera y la Ruta 160. En la Figura Nº5.6 se destacan los ejes que considera la red simplificada.

Figura Nº 5.6 : Red de Modelación Urbana Simplificada del Gran Concepción



5.3.3 Caracterización y Construcción de Redes de Modelación

La metodología de calibración se basa fundamentalmente en que los resultados de los flujos simulados por el modelo SATURN reproduzcan razonablemente la situación actual para el período modelado. El grado de precisión razonable depende del nivel de flujo, exigiendo una mayor precisión en términos porcentuales para flujos altos. El modelo entrega indicadores estadísticos que sirven de validación entre flujos modelados y observados en los arcos y/o movimientos que solicite el modelador.

Los requerimientos iniciales de información para la calibración son conteos vehiculares en el área de análisis, matrices de viaje y una red de modelación. Luego, a partir de una red codificada en base a los catastros de terreno, de la matriz obtenida a partir de las encuestas origen - destino y de los datos de conteos vehicular realizados, comienza el proceso de calibración que considera la iteración de los módulos ejecutables SATASS-SATSIM y SATME2.

En una primera etapa se busca reproducir la estructura de flujos en la red y en una segunda etapa se produce el proceso de calibración propiamente tal y de actualización de la matriz. Esta segunda etapa consiste fundamentalmente en una serie de iteraciones, en cada una de las cuales se corren los programas SATASS (con la opción PIJAS) y SATME2, obteniéndose cada vez una nueva matriz estimada.

Finalmente, el proceso culmina con la obtención de una red y matriz de viajes de transporte privado, camión de dos ejes y camión de más de dos ejes, para el período calibrado de la situación actual.

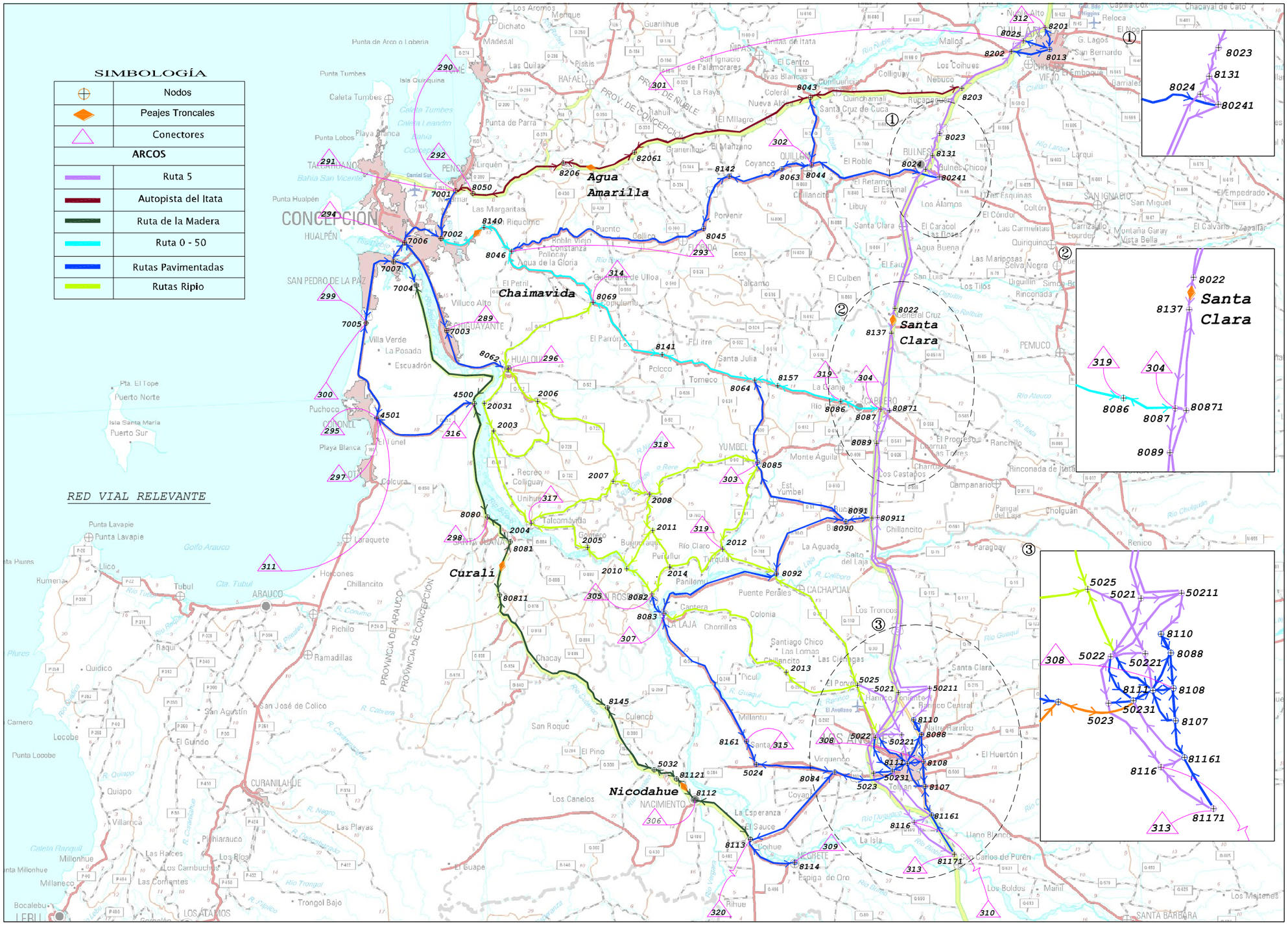
La modelación contempla 2 cortes temporales: 2015 y 2025.

La red de modelación se define a partir de la red vial relevante del área de estudio: se define como el conjunto de intersecciones y tramos de caminos caracterizados por medio de arcos y nodos que tienen como fin representar la topología vial. La Figura Nº 5.7 presenta gráficamente la red definida, con la numeración de nodos utilizada.

Esta definición de la red está íntimamente relacionada con la zonificación determinada y los alcances del proyecto ya que, por una parte, la red debe permitir una adecuada accesibilidad a las zonas definidas y, por otra, permitir una adecuada asignación de los flujos presentes en la red, considerando las nuevas conexiones y características propias de la situación base y de las alternativas de proyecto.

Una vez definida la red de modelación SATURN a utilizar, se procedió a codificar cada una de las características físicas y operativas de los arcos que componen la red de manera de incorporar los costos de tiempo, combustible y peajes para los vehículos livianos y los otros costos de operación el cual incluye el combustible y peajes para los camiones. En los cuadros siguientes se presenta el costo de operación de vehículo liviano, camión de dos ejes y camión de más de dos ejes.

Figura Nº 5.7 : Red de modelación SATURN


SIMBOLOGÍA
Nodos
Peajes Troncales
Conectores
ARCOS
Ruta 5
Autopista del Itata
Ruta de la Madera
Ruta 0 - 50
Rutas Pavimentadas
Rutas Ripio
RED VIAL RELEVANTE
Agua Amarilla
Chaimavida
Curalí
Nicodahue
Santa Clara
Santa Clara
CONCEPCION
HUALPÉN
SAN PEDRO DE LA PAZ
CHIGUAYANTE
HUALQUI
PENCO
TALCAHUANO
CORONEL
LOTA
ARAUCO
CURANILAHUE
LEBU
LOS ALAMOS
SAN IGNACIO
PEMUCO
YUMBEL
CABRERO
NACIMIENTO
LA LAJA
NEGRETE
MULCHÉN
SANTA BARBARA
PROV. DE CONCEPCION
PROVINCIA DE ARAUCO
PROVINCIA DE CONCEPCION
Punta de Arco o Loberia
Punta Tumbes
Caleta Tumbes
Punta Lobos
Playa Blanca
Punta Hualpén
Punta Lavapie
Isla Santa María
Puerto Norte
Puerto Sur
Pta. El Tope
Golfo Arauco
Bahía San Vicente
Río Bío Bío
Río Itata
Río Nuble
Río Laja
Río Duqueco
Río Vergara
Río Biobío
Río Lebu
Río Tubul
Río Carampangue
Río Quiapo
Río Quidico
Río Cholguán
Río Ñuble
Río Chillán
Río Ranquil
Río Trongol
Río Pilpilco
Río Cabrera
Río Cayucupil
Río Quillaileo
Río Curanilahue
Río Negro
Río Lía
Río Ataucco
Río Itata
Río Largo
Río Guagui
Río Diguillín
Río Renaico
Río Huequecura
Río Huaqui
Río Polcura
Río Huenutil
Río Huequi
Río Huenchullami
Río Huenchullami
Río Huenchullami

El proceso de calibración considera incluir el Costo de Operación de los vehículos. A fin de considerar el peaje de los arcos tarificados, se consideró la longitud equivalente de cada arco, definida como aquella longitud sobre un tramo recto y plano de la ruta 5, con estándar de autopista, que tiene igual costo que el arco analizado:

$$L_{modificada} = L_{original} \times (CO_{eje\ en\ análisis} + Peaje) / CO_{ruta\ 5}$$

Donde CO corresponde al Costo de Operación (combustible + repuestos + mano de obra + neumáticos + lubricantes). No se considera la depreciación por estimar que el usuario no lo considera como parte del costo.

La determinación de los costos de operación son obtenidos mediante COPER de acuerdo a las características propias de cada arco. El vector de precios privados para determinar el costo de cada arco son los indicados en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 5.7 : Vector Precios Privados

		CATEGORIAS DE VEHICULOS				
COMPONENTES	UNIDADES	AUTOS	CTAS.	C.SIM	C.ART	BUSES
PRECIO PRIV.VEH.	($/veh)	11.155.084	13.153.824	26.659.582	60.319.003	96.614.286
PRECIO PRIV.COMB	($/lt)	686,4	686,4	672,7	672,7	672,7
PRECIO PRIV.NEUM.	($/neum)	31.168	61.581	95.370	188.945	188.945
PRECIO PRIV.MANT.	($/hr)	4.107	4.107	4.107	4.107	4.107
PRECIO PRIV.LUBR.	($/lt)	4.830	4.830	2.227	2.227	2.227
VALOR TIEMPO	($/hr/veh)	3.435	3.435	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Los valores privados de la componente del precio de vehículo nuevo, precio del neumático y precio del lubricante se adopto el valor del precio social definido por MIDEPLAN para el año 2010 (SEBI 2010 1736.pdf), el cual es corregido agregándole el IVA (19%), el arancel (3%) y corrigiendo el valor de la divisa (1%).

En el caso del costo de Mano de Obra de Mantención, el valor privado se obtiene a partir del valor social, corrigiéndolo por el factor PM/PS (1/0,68).

Para los costos de combustibles, se adoptaron los valores reportados por el estudio SERNAC (encuesta nacional precios combustibles líquidos 17.05.2007), para la región, considerando gasolinas de 95 octanos y petróleo diesel para vehículos livianos y pesados respectivamente.

Finalmente el costo de tiempo corresponde al VST obtenido de las encuestas de preferencias declaradas (57,21 $/min.) para vehículos livianos.

En el cuadro siguiente se presentan las características operacionales, geométricas y los costos de operación de Vehículo Liviano, Camión de Dos Ejes y Camión de Más de Dos Ejes obtenidos mediante COPER.

Cuadro Nº 5.8 : Costos de Operación Calibración 2008

CALCULO COSTO DE OPERACIÓN PRIVADOS
CALIBRACIÓN MODELO ASIGNACIÓN (2008)

Nodo		Caract Operacional								Carácterísticas Geométricas							Costo de Operación Veh. Liv. ($/km)						Costo de Operación C2E ($/km)						Costo de Operación C+2E ($/km)						Valor Peaje		
A	B	Vel (km/hr)	Cap	L (m)	L' (Veh Liv) (m)	L' (C2E) (m)	L' (C+2E) (m)	Coef Curva Flujo-Vel	Ruta	Carpeta	subidas	bajadas	curvatura horizontal	IRI	altitud	ancho calzada	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km_VL	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km_VL	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km_VL	pej liv	pej c2e	pej c3e
8085	2008	53	1406	19841	29191	34004	31320	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	22	22	148,9	8,5	200	7	56,67	38,38	8,51	3,31	11,34	236,88	167,68	127,60	40,35	12,85	10,89	411,19	295,99	132,63	49,35	84,48	13,79	724,45			
8062	20031	52	1406	7930	11693	13947	12925	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	27	27	179,6	8,5	200	7	56,94	38,38	8,51	3,31	11,34	238,14	176,04	127,60	40,35	13,91	10,89	420,62	307,93	132,63	49,35	91,29	13,79	743,20			
20031	2003	54	1406	4070	5973	7258	6796	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8082	2010	54	1406	9000	13209	16050	15029	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8062	2006	54	1406	16000	23483	28533	26718	1,0	O-722	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8082	2014	54	1406	4700	6898	8382	7849	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8085	2012	54	1406	14660	21516	26144	24481	1,0	Ruta O-754	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2014	2012	54	1406	11870	17421	21168	19822	1,0	O-754	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8083	2013	55	1900	21000	30706	34801	31244	1,0	Q-250	NO PAVIMENTADO	10	10	20	8,5	200	7	55,95	38,38	8,51	3,31	11,34	233,05	157,29	127,60	40,35	11,37	10,89	399,32	276,20	132,63	49,35	71,14	13,79	691,32			
5025	2013	55	1900	16000	23395	26515	23805	1,0	Q-250	NO PAVIMENTADO	10	10	20	8,5	200	7	55,95	38,38	8,51	3,31	11,34	233,05	157,29	127,60	40,35	11,37	10,89	399,32	276,20	132,63	49,35	71,14	13,79	691,32			
8161	5024	90	1900	9000	9708	10443	9888	2,0	Ruta Q-34	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8111	50221	90	1900	6000	6472	6962	6592	2,0	Ruta Q-20	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
50221	5025	90	1900	6000	6472	6962	6592	2,0	Ruta Q-20	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8145	5032	78	1406	11000	11498	13751	14222	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8092	5025	55	1900	21000	30706	34801	31244	1,0	Ruta Q-20	NO PAVIMENTADO	10	10	20	8,5	200	7	55,95	38,38	8,51	3,31	11,34	233,05	157,29	127,60	40,35	11,37	10,89	399,32	276,20	132,63	49,35	71,14	13,79	691,32			
8084	5024	90	1900	11000	11865	12764	12085	2,0	Ruta Q-34	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26	0	0	0
8112	81121	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
81121	5032	78	1406	18000	18814	22502	23272	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8203	8023	91	3600	15250	15250	15250	15250	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8202	8025	91	3600	2280	2280	2280	2280	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8201	8025	91	3600	6000	6000	6000	6000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8206	82061	79	3547	3000	2929	3292	3616	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99	2950	6500	12500
82061	8043	79	3547	40000	38570	43474	47751	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99			
8203	8043	79	3547	18000	17357	19563	21488	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99			
8206	8050	79	3547	14000	13500	15216	16713	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99			
8137	8022	91	3600	1000	1022	1016	1016	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25	1800	3300	5900
8131	8023	91	3600	500	500	500	500	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8131	8024	91	3600	2000	2000	2000	2000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8142	8045	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8141	8069	78	1406	11620	12146	14526	15023	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8140	8046	78	1406	5380	5639	6737	6967	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	1260	2310	4130
8157	8064	78	1406	500	523	625	646	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8142	8063	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8161	8083	90	1900	15000	16180	17405	16479	2,0	Ruta Q-34	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8141	8064	78	1406	15450	16149	19314	19975	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8157	8086	78	1406	14000	14633	17501	18100	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8145	80811	78	1406	20000	20905	25002	25858	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
80811	8081	78	1406	2000	2128	2543	2627	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	3000	9000	15000
8137	8087	91	3600	10000	10000	10000	10000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8080	4500	78	1406	19200	20069	24002	24823	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8113	8084	90	1900	14000	15102	16245	15381	2,0	Ruta 180	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26	0	0	0
8111	50231	90	1900	5000	5393	5802	5493	2,0	Ruta 180 Urbano	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8111	8088	90	1900	1600	1726	1857	1758	2,0	0	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8110	8088	90	1900	1000	1079	1160	1099	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8085	8064	90	1900	10000	10787	11603	10986	2,0	Ruta O-630	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26	0	0	0
2010	2005	54	1406	7000	10274	12483	11689	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8044	80241	78	1406	19000	19859	23752	24565	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8108	8088	90	1900	2000	2157	2321	2197	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8063	8044	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8110	50211	90	1900	6700	7227	7774	7361	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
2006	2003	54	1406	11000	16144	19617	18369	1,0	O-728	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2007	2004	52	1406	14000	20616	24332	22449	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	24	24	160,5	8,5	200	7	56,78	38,38	8,51	3,31	11,34	237,37	172,18	127,60	40,35	13,42	10,89	416,26	301,48	132,63	49,35	88,10	13,79	733,56			
2011	2008	53	1406	8063	11852	13669	12592	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	19	19	137,2	8,5	200	7	56,57	38,38	8,51	3,31	11,34	236,40	164,29	127,60	40,35	12,35	10,89	407,31	293,03	132,63	49,35	81,31	13,79	718,32			
8092	8083	90	1900	18000	19416	20886	19775	2,0	Ruta O-90-Q	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
81161	8107	90	1900	3000	3236	3481	3296	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8090	8085	90	1900	19000	20495	22047	20874	2,0	Ruta O-54	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
2004	2003	54	1406	16000	23483	28533	26718	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2005	2004	54	1406	8000	11741	14267	13359	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2007	2006	54	1406	17000	24950	30317	28388	1,0	O-722	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2008	2007	52	1406	6000	8835	10428	9621	1,0	O-722	NO PAVIMENTADO	24	24	160,5	8,5	200	7	56,78	38,38	8,51	3,31	11,34	237,37	172,18	127,60	40,35	13,42	10,89	416,26	301,48	132,63	49,35	88,10	13,79	733,56			
2011	2010	53	1406	4000	5880	6781	6247	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	19	19	137,2	8,5	200	7	56,57	38,38	8,51	3,31	11,34	236,40	164,29	127,60	40,35	12,35	10,89	407,31	293,03	132,63	49,35	81,31	13,79	718,32			
2014	2011	54	1406	5530	8116	9862	9235	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8111	8107	90	1900	2200	2373	2553	2417	2,0	0	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8111	8108	90	1900	1500	1618	1741	1648	2,0	0	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8024	8022	91	3600	24000	24000	24000	24000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8089	80871	91	3600	5600	5600	5600	5600	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
80911	8089	91	3600	10600	10600	10600	10600	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8092	8090	90	1900	16000	17259	18566	17578	2,0	Ruta O-90-Q	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8044	8043	78	1406	11000	11498	13751	14222	2,0	Ruta N-66-O	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8046	8045	78	1406	25000	26131	31253	32322	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8081	8080	78	1406	2460	2571	3075	3181	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8083	8082	90	1900	2000	2157	2321	2197	2,0	Puente FFCC	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			

Cuadro Nº 5.8 (Cont.): Costos de Operación Calibración 2008

CALCULO COSTO DE OPERACIÓN PRIVADOS

CALIBRACIÓN MODELO ASIGNACIÓN (2008)

Nodo		Caract Operacional								Características Geométricas							Costo de Operación Veh. Liv. ($/km)						Costo de Operación C2E ($/km)						Costo de Operación C+2E ($/km)						Valor Peaje		
A	B	Vel (km/hr)	Cap	L (m)	L´(Veh Liv) (m)	L´(C2E) (m)	L´(C+2E) (m)	Coef Curva Flujo-Vel	Ruta	Carpeta	subidas	bajadas	curvatura horizontal	IRI	altitud	ancho calzada	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km_VL	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km_VL	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km_VL	pej liv	pej c2e	pej c3e
8087	8086	78	1406	3800	3972	4750	4913	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8091	8090	90	1900	4000	4315	4641	4394	2,0	Ruta O-90-Q	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8108	8107	90	1900	3000	3236	3481	3296	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8113	8112	78	1406	10000	10452	12501	12929	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8114	8113	90	1900	8000	8629	9283	8789	2,0	Ruta Q-80	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8203	8202	91	3600	5810	5810	5810	5810	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
2008	8085	53	1406	19841	29191	34004	31320	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	22	22	148,9	8,5	200	7	56,67	38,38	8,51	3,31	11,34	236,88	167,68	127,60	40,35	12,85	10,89	411,19	295,99	132,63	49,35	84,48	13,79	724,45			
2003	20031	54	1406	4070	5973	7258	6796	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
20031	8062	52	1406	7930	11693	13947	12925	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	27	27	179,6	8,5	200	7	56,94	38,38	8,51	3,31	11,34	238,14	176,04	127,60	40,35	13,91	10,89	420,62	307,93	132,63	49,35	91,29	13,79	743,20			
2010	8082	54	1406	9000	13209	16050	15029	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2006	8062	54	1406	16000	23483	28533	26718	1,0	O-722	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2014	8082	54	1406	4700	6898	8382	7849	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2012	8085	54	1406	14660	21516	26144	24481	1,0	Ruta O-754	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2012	2014	54	1406	11870	17421	21168	19822	1,0	O-754	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2013	8083	55	1900	21000	30706	34801	31244	1,0	Q-250	NO PAVIMENTADO	10	10	20	8,5	200	7	55,95	38,38	8,51	3,31	11,34	233,05	157,29	127,60	40,35	11,37	10,89	399,32	276,20	132,63	49,35	71,14	13,79	691,32			
2013	5025	55	1900	16000	23395	26515	23805	1,0	Q-250	NO PAVIMENTADO	10	10	20	8,5	200	7	55,95	38,38	8,51	3,31	11,34	233,05	157,29	127,60	40,35	11,37	10,89	399,32	276,20	132,63	49,35	71,14	13,79	691,32			
5024	8161	90	1900	9000	9708	10443	9888	2,0	Ruta Q-34	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
5025	50221	90	1900	6000	6472	6962	6592	2,0	Ruta Q-20	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
50221	8111	90	1900	6000	6472	6962	6592	2,0	Ruta Q-20	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
5032	8145	78	1406	11000	11498	13751	14222	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
5025	8092	55	1900	21000	30706	34801	31244	1,0	Ruta Q-20	NO PAVIMENTADO	10	10	20	8,5	200	7	55,95	38,38	8,51	3,31	11,34	233,05	157,29	127,60	40,35	11,37	10,89	399,32	276,20	132,63	49,35	71,14	13,79	691,32			
5024	8084	90	1900	11000	11865	12764	12085	2,0	Ruta Q-34	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26	0	0	0
5032	81121	78	1406	18000	18814	22502	23272	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
81121	8112	78	1406	1000	1083	1293	1334	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	3000	9000	15000
8023	8203	91	3600	15250	15250	15250	15250	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8025	8202	91	3600	2280	2280	2280	2280	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8025	8201	91	3600	6000	6000	6000	6000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8043	82061	79	3547	40000	38570	43474	47751	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99			
82061	8206	79	3547	3000	2929	3292	3616	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99	2950	6500	12500
8043	8203	79	3547	18000	17357	19563	21488	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99			
8050	8206	79	3547	14000	13500	15216	16713	4,0	Autopista del Itata	PAVIMENTADO	30	30	90	2	200	14	53,35	12,06	4,52	1,87	5,68	174,58	168,75	24,76	17,23	8,88	8,28	279,72	296,14	45,25	28,24	54,97	11,18	583,99			
8022	8137	91	3600	1000	1022	1016	1016	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25	1800	3300	5900
8023	8131	91	3600	500	500	500	500	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
80241	8131	91	3600	2000	2000	2000	2000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8045	8142	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8046	8069	78	1406	14900	15574	18627	19264	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8046	8140	78	1406	5380	5639	6737	6967	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	1260	2310	4130
8064	8157	78	1406	500	523	625	646	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8063	8142	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8083	8161	90	1900	15000	16180	17405	16479	2,0	Ruta Q-34	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8064	8141	78	1406	15450	16149	19314	19975	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8086	8157	78	1406	14000	14633	17501	18100	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8081	80811	78	1406	2000	2090	2500	2586	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
80811	8145	78	1406	20000	20905	25002	25858	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
80871	8137	91	3600	10000	10000	10000	10000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8084	8113	90	1900	14000	15102	16245	15381	2,0	Ruta 180	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26	0	0	0
8084	50231	90	1900	5000	5393	5802	5493	2,0	Ruta 180	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8088	8111	90	1900	1600	1726	1857	1758	2,0	0	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8088	8110	90	1900	1000	1079	1160	1099	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8064	8085	90	1900	10000	10787	11603	10986	2,0	Ruta O-630	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26	0	0	0
2005	2010	54	1406	7000	10274	12483	11689	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
80241	8044	78	1406	19000	19859	23752	24565	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8088	8108	90	1900	2000	2157	2321	2197	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8044	8063	78	1406	1000	1045	1250	1293	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
50211	8110	90	1900	6700	7227	7774	7361	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
2003	2006	54	1406	11000	16144	19617	18369	1,0	O-728	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2004	2007	52	1406	14000	20616	24332	22449	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	24	24	160,5	8,5	200	7	56,78	38,38	8,51	3,31	11,34	237,37	172,18	127,60	40,35	13,42	10,89	416,26	301,48	132,63	49,35	88,10	13,79	733,56			
2008	2011	53	1406	8063	11852	13669	12592	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	19	19	137,2	8,5	200	7	56,57	38,38	8,51	3,31	11,34	236,40	164,29	127,60	40,35	12,35	10,89	407,31	293,03	132,63	49,35	81,31	13,79	718,32			
8083	8092	90	1900	18000	19416	20886	19775	2,0	Ruta O-90-Q	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8107	8116	90	1900	3000	3236	3481	3296	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8085	8090	90	1900	19000	20495	22047	20874	2,0	Ruta O-54	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
2003	2004	54	1406	16000	23483	28533	26718	1,0	Ruta O-60	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2004	2005	54	1406	8000	11741	14267	13359	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2006	2007	54	1406	17000	24950	30317	28388	1,0	O-722	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
2007	2008	52	1406	6000	8835	10428	9621	1,0	O-722	NO PAVIMENTADO	24	24	160,5	8,5	200	7	56,78	38,38	8,51	3,31	11,34	237,37	172,18	127,60	40,35	13,42	10,89	416,26	301,48	132,63	49,35	88,10	13,79	733,56			
2010	2011	53	1406	4000	5880	6781	6247	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	19	19	137,2	8,5	200	7	56,57	38,38	8,51	3,31	11,34	236,40	164,29	127,60	40,35	12,35	10,89	407,31	293,03	132,63	49,35	81,31	13,79	718,32			
2011	2014	54	1406	5530	8116	9862	9235	1,0	s/r	NO PAVIMENTADO	30	30	90	8,5	200	7	56,39	38,38	8,51	3,31	11,34	235,11	180,21	127,60	40,35	14,90	10,89	425,77	317,80	132,63	49,35	96,02	13,79	757,80			
8107	8111	90	1900	2200	2373	2553	2417	2,0	0	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8108	8111	90	1900	1500	1618	1741	1648	2,0	0	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8022	80241	91	3600	24000	24000	24000	24000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8087	8089	91	3600	5600	5600	5600	5600	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8089	8091	91	3600	10600	10600	10600	10600	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			

Cuadro Nº 5.8 (Cont.): Costos de Operación Calibración 2008

CALCULO COSTO DE OPERACIÓN PRIVADOS

CALIBRACIÓN MODELO ASIGNACIÓN (2008)

Nodo		Caract Operacional							Características Geométricas							Costo de Operación Veh. Liv. ($/km)						Costo de Operación C2E ($/km)						Costo de Operación C+2E ($/km)						Valor Peaje		
A	B	Vel (km/hr)	Cap	L (m)	L' (Veh Liv) (m)	L' (C2E) (m)	L' (C+2E) (m)	Coef Curva Flujo-Vel	Ruta	Carpeta	subidas	bajadas	curvatura horizontal	IRI	altitud	ancho calzada	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km .VL	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km .VL	COMBUSTIBLE	REPUESTOS	MANO DE OBRA	NEUMATICOS	LUBRICANTES	COSTO TOT/Km .VL	pej liv	pej c2e	pej c3e
8090	8092	90	1900	16000	17259	18566	17578	2,0	Ruta O-90-Q	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8043	8044	78	1406	11000	11498	13751	14222	2,0	Ruta N-66-O	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8045	8046	78	1406	25000	26131	31253	32322	2,0	Ruta 148	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8080	8081	78	1406	2460	2571	3075	3181	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8082	8083	90	1900	2000	2157	2321	2197	2,0	Puente FFCC	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8086	8087	78	1406	3800	3972	4750	4913	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8090	8091	90	1900	4000	4315	4641	4394	2,0	Ruta O-90-Q	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8107	8108	90	1900	3000	3236	3481	3296	2,0	Ex-Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8112	8113	78	1406	10000	10452	12501	12929	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8113	8114	90	1900	8000	8629	9283	8789	2,0	Ruta Q-80	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
8202	8203	91	3600	5810	5810	5810	5810	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
5021	5022	91	3600	7200	7200	7200	7200	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
5022	50211	91	3600	7200	7200	7200	7200	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
5021	50211	91	3600	100	106	104	104	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25	500	800	1500
5022	50221	91	3600	100	106	104	104	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25	500	800	1500
5022	5023	91	3600	5100	5100	5100	5100	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
5023	5022	91	3600	5100	5100	5100	5100	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
5023	8116	91	3600	10300	10300	10300	10300	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8116	5023	91	3600	10300	10300	10300	10300	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
50211	80911	91	3600	24300	24300	24300	24300	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8091	5021	91	3600	24300	24300	24300	24300	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
4500	8080	78	1406	19200	20069	24002	24823	2,0	Ruta 156	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
4501	4500	78	1406	15930	16651	19914	20596	2,0	Ruta O-52	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
4500	4501	78	1406	15930	16651	19914	20596	2,0	Ruta O-52	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8062	8069	52	1406	18956	27952	33339	30897	1,0	O-852	NO PAVIMENTADO	27	27	179,6	8,5	200	7	56,94	38,38	8,51	3,31	11,34	238,14	176,04	127,60	40,35	13,91	10,89	420,62	307,93	132,63	49,35	91,29	13,79	743,20	0	0	0
8049	9500	78	1406	12750	13327	15939	16484	2,0	Ruta de la Madera - Concepción	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
9500	8049	78	1406	12750	13327	15939	16484	2,0	Ruta de la Madera - Concepción	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8069	8141	78	1406	11620	12146	14526	15023	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8069	8046	78	1406	14900	15574	18627	19264	2,0	Ruta O-50	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8069	8062	52	1406	18956	27952	33339	30897	1,0	O-852	NO PAVIMENTADO	27	27	179,6	8,5	200	7	56,94	38,38	8,51	3,31	11,34	238,14	176,04	127,60	40,35	13,91	10,89	420,62	307,93	132,63	49,35	91,29	13,79	743,20	0	0	0
8024	80241	78	1406	100	111	129	133	2,0	Ruta 5 Peaje Bulnes	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	500	800	1500
80241	8024	78	1406	100	105	125	129	2,0	Ruta 5 Peaje Bulnes	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
80871	8087	78	1406	100	111	129	133	2,0	Ruta 5 Peaje Cabrero	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	500	800	1500
8087	80871	78	1406	100	105	125	129	2,0	Ruta 5 Peaje Cabrero	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
80911	8091	78	1406	100	111	129	133	2,0	Ruta 5 Peaje Laja	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	500	800	1500
8092	2012	78	1406	16000	16724	20002	20686	2,0	Puente Perales - Río Claro	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
2012	8092	78	1406	16000	16724	20002	20686	2,0	Puente Perales - Río Claro	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17			
8116	81171	91	3600	2000	2000	2000	2000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
81171	8116	91	3600	2000	2000	2000	2000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
81171	81161	91	3600	2000	2000	2000	2000	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
8116	81161	78	1406	100	111	129	133	2,0	Ruta 5 Peaje Los Ángeles	PAVIMENTADO	30	30	90	3,5	200	7	53,91	15,75	5,23	2,20	6,90	181,35	170,29	48,49	24,42	10,09	8,84	313,96	298,74	65,41	34,20	61,87	11,74	620,17	500	800	1500
81161	50231	91	3600	10300	10306	10304	10304	4,0	Ruta 5 Peaje Los Ángeles	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25	500	800	1500
50231	5022	91	3600	5100	5100	5100	5100	4,0	Ruta 5	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25			
50231	8084	90	1900	5000	5393	5802	5493	2,0	Ruta 180	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
50231	8111	90	1900	5000	5393	5802	5493	2,0	Ruta 180 Urbano	PAVIMENTADO	10	10	20	3,5	200	7	56,60	15,75	5,23	2,20	6,90	178,18	154,40	48,49	24,42	7,16	8,84	295,14	247,93	65,41	34,20	41,77	11,74	549,26			
5022	50231	91	3600	5100	5106	5104	5104	4,0	Ruta 5 Peaje Los Ángeles	PAVIMENTADO	10	10	20	2	200	14	56,23	12,06	4,52	1,87	5,68	171,49	153,43	24,76	17,23	5,99	8,28	261,51	244,89	45,25	28,24	35,48	11,18	513,25	500	800	1500
8050	7001	50	3600	2060	2111	2173	2128	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7001	7002	50	3600	6850	7021	7227	7077	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7002	7006	50	3600	6430	6591	6784	6643	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
8140	7002	50	3600	5020	5145	5296	5186	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
8062	7003	50	3600	6980	7154	7364	7211	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7003	7006	50	3600	18850	19321	19888	19475	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
4500	7004	50	3600	23610	24200	24910	24392	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7004	7007	50	3600	5480	5617	5782	5662	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
4501	7005	50	3600	21130	21658	22294	21830	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7005	7007	50	3600	3470	3557	3661	3585	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7007	7006	50	3600	4260	4366	4495	4401	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7006	7007	50	3600	4260	4366	4495	4401	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7006	7002	50	3600	6430	6591	6784	6643	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7002	7001	50	3600	6850	7021	7227	7077	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7001	8050	50	3600	2050	2101	2163	2118	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7002	8140	50	3600	5020	5145	5296	5186	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7006	7003	50	3600	18850	19321	19888	19475	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7003	8062	50	3600	6980	7154	7364	7211	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7007	7004	50	3600	5480	5617	5782	5662	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7004	4500	50	3600	23610	24200	24910	24392	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7007	7005	50	3600	3470	3557	3661	3585	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			
7005	4501	50	3600	21130	21658	22294	21830	2,0	URBANO GRAN CONCEPCIÓN	PAVIMENTADO	10	10	20	2,5	200	7	56,38	13,18	4,74	1,98	6,08	173,58	153,84	32,67	19,90	6,37	8,46	273,06	246,01	51,97	30,35	37,46	11,36	525,35			

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4 Matrices Origen – Destino

Las matrices a emplear corresponden a la obtenida de las mediciones del Consultor, para lo cual se ha considerado el valor horario promedio de la semana tipo, otorgándole una ponderación 5/7 al día laboral, 1/7 al día sábado y 1/7 al día domingo. El mismo criterio se aplica para vehículo liviano, camión de dos ejes y camiones de más de dos ejes.

5.3.5 Modelación de Situación Actual

Básicamente, la modelación del sistema de transporte se basa en la resolución de un problema de equilibrio en que se confronta la oferta de infraestructura de transporte con una demanda predefinida (matriz origen - destino), determinando los requerimientos a los que está sometido el sistema. Lo anterior deriva en la detección de los puntos críticos del sistema de transporte, y por ende en la identificación de proyectos de infraestructura necesarios para dotar de un adecuado nivel de servicio a los usuarios de la red de transporte.

De conformidad a los alcances del proyecto, se ha considerado para esta etapa la modelación del período fuera de punta.

5.3.6 Calibración de Rutas Fijas

Antes de comenzar con la calibración de las matrices de vehículos livianos y de los camiones livianos y pesados, es necesario calibrar las rutas fijas, esto es, las rutas de buses existentes en la red. Los valores obtenidos en los puntos de medición de flujos permiten estimar frecuencias de buses por los ejes Ruta de La Madera, Concepción - Nacimiento (Recorridos 10 y 11), por la Ruta 180 Coihue – Los Ángeles (Recorridos 20 y 21), Ruta O-50 Concepción – Cabrero (Recorridos 30 y 31) y Rere – Yumbel (recorridos 40 y 41). Estos se incluyen en la modelación pertinente.

5.3.7 Modelación Situación Actual

Con los antecedentes de las matrices de viajes por períodos de viajes de vehículos livianos de las mediciones del Consultor, así como los resultados del modelo de demanda para vehículo liviano, camiones de dos ejes y camiones de más de dos ejes estimados para el año 2008 y las redes SATURN para el período analizado, así como la red interurbana definida, se procedió a simular la situación actual.

Antes de realizar la simulación se incorporaron los resultados de las mediciones de flujo de dicho período al archivo de entrada de datos del modelo SATURN, con el fin de verificar que los resultados obtenidos sean concordantes con la realidad (esto es, que al asignar la matriz, los flujos asignados reproduzcan los medidos). El resultado

de esta simulación inicial para los períodos analizados, en términos de indicadores, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.9: Estadísticas Ajuste Calibración SATURN

Período	R^2	Vehículo Liviano	Camión dos ejes	Camión de más de dos ejes
Diurno Promedio	Y = A + BX	0,9447	0,9785	0,9945
	Y = BX	0,9415	0,9754	0,9938
	Y = X	0,9383	0,9753	0,9927
GEH		1,19	0,32	0,55

Fuente y Elaboración: Propia

Se observa un buen ajuste para vehículo liviano, camión de dos ejes y camión de más de dos ejes en el período modelado.

5.4 Modelo de Demanda

Se ensayaron dos grandes grupos de modelos para explicar el comportamiento de la demanda de tránsito:

Por una parte, se calibraron modelos que muestran o explican el comportamiento histórico basado en el análisis estadístico de regresiones entre los volúmenes de tránsito observado y otras variables observadas durante el mismo período histórico. Estos modelos buscan explicar el nivel de tránsito en función del simple paso del tiempo (modelos tendenciales) o de alguna variable explicativa (típicamente, nivel de ingreso o producción).

Por otra, se calibraron modelos gravitacionales que explican el nivel de demanda entre dos localidades a partir de la población observada en esas localidades y el costo de viajar entre ellas. A diferencia de los primeros, estos últimos permiten una estimación explícita de tránsito generado por una reducción en los costos de viaje.

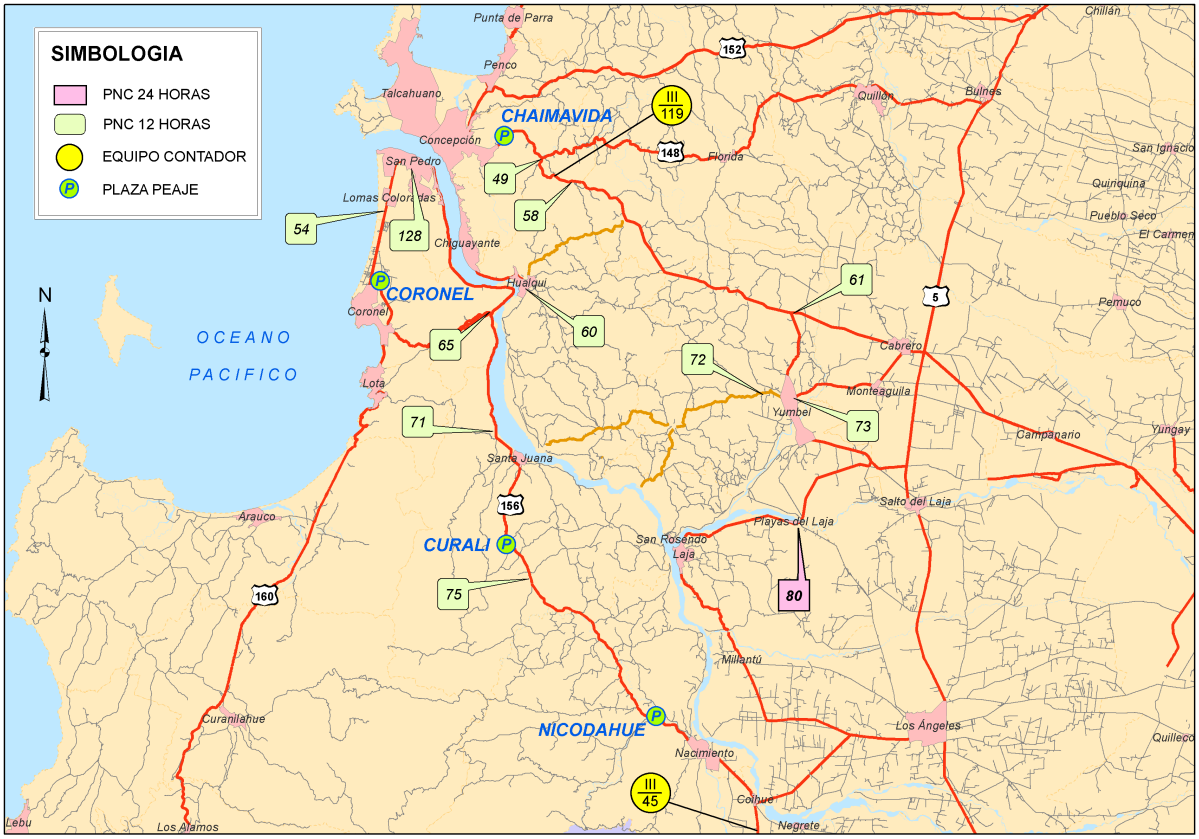
5.4.1 Modelos basados en el comportamiento histórico

Los antecedentes del Plan Nacional de Censos (PNC) de la Dirección de Vialidad (MOP) constituyen la fuente básica para estudiar el comportamiento histórico de la demanda de tránsito. Se trata de un programa de mediciones bianuales en que se miden en los mismos puntos geográficos, los flujos de tránsito clasificados por tipo de vehículo. Estas mediciones se realizan en tres días laborales representativos de las temporadas de verano, invierno y primavera, que posteriormente se ponderan para estimar el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA). El contar con serie de datos homogéneamente medidos en forma sistemática a lo largo del tiempo constituye la gran fortaleza de esta fuente para efectos del análisis estadístico del comportamiento histórica, que sólo es ser superada cuando existe en la ruta analizada una Plaza de Peaje que reporta conteos exhaustivos y permanentes a lo largo del tiempo.

Desgraciadamente, no fue posible obtener para este caso la estadística histórica del Peaje Chaimávida.

En la Figura Nº5.8 se presenta un esquema con la ubicación de los Puntos de Control del Plan Nacional de Censos asociados a la Red Vial Relevante para el estudio.

Figura Nº 5.8 : Esquema Puntos de Control PNC



De entre estos puntos de control, atendiendo a lo completa de la historia, se seleccionan para el análisis estadístico las observaciones de los siguientes:

- 08-054-01: Ruta 160, Concepción - Lota.
  Directo, a 15 Km de Coronel
- 08-060-01: Ruta O-60, Concepción – Hualqui.
  Directo, en Periquillo
- 08-061-03: Ruta O-630, Cabrero - Yumbel.
  En Cruce Reunión, De/A Yumbel
- 08-065-01: Ruta O-70-Q, Concepción - Santa Juana.
  En Pileo (Patagual), De/A Sta. Juana
- 08-071-01: Ruta O-70-Q, Concepción - Nacimiento.
  En Puente Tricauco (acceso N a Sta. Juana), De/A Concepción
- 08-073-01: Ruta O-54, Yumbel Ruta 5.
  En Pte. Negro, De/A Cabrero
- 08-080-01: Ruta Q-90-O, Laja. Ruta 5.

En Pte. Perales, De/A Laja

- 08-005-03: Ruta O-50, Cabrero - Agua de la Gloria.
  En Ruta 5, De/A Concepción

Evolución Histórica de Tránsito (PNC)

A continuación se incluye la evolución del tránsito para los Puntos de Control seleccionados, para el período 1980 - 2006.

Figura Nº 5.9 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-054-01 (15 Km. Coronel)

CAMINO CONCEPCION LOTA
DE/A DIRECTO
LUGAR 15 KM CORONEL

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	2.086	0	479	858	276	3.700
1982	2.432	595	445	769	116	4.357
1984	2.734	874	562	628	257	5.055
1986	2.437	880	522	642	373	4.853
1988	2.543	1.518	646	1.022	570	6.298
1990	2.788	2.011	991	1.715	1.146	8.650
1992	2.776	3.131	653	1.474	900	8.934
1994	3.856	2.574	817	1.804	1.208	10.259
1996	4.634	3.369	1.009	2.308	1.675	12.995
1998	5.827	3.958	1.284	2.787	1.357	15.214
2000	7.402	4.187	1.209	2.535	1.756	17.089
2002	8.193	4.008	1.497	2.365	1.972	18.036
2004	8.608	3.800	1.561	2.307	2.546	18.822
2006	8.759	3.751	1.633	2.452	3.001	19.596

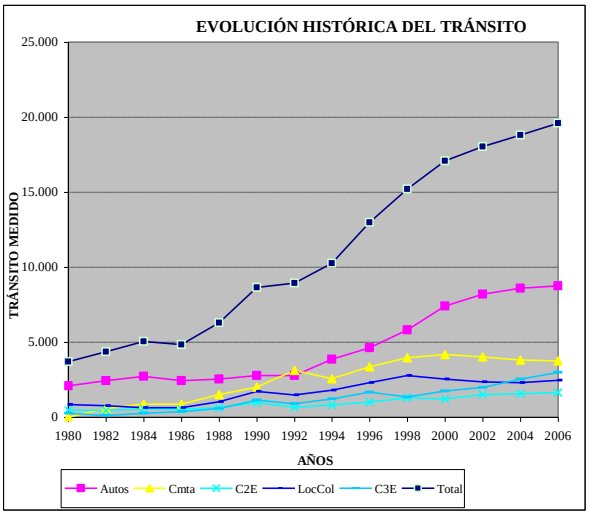


Figura Nº 5.10 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-060-01 (Periquillo)

CAMINO CONCEPCION HUALQUI
DE/A DIRECTO
LUGAR PERIQUILLO

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	208	0	118	193	27	546
1982	582	276	254	221	21	1.354
1984	461	266	202	217	76	1.222
1986	697	235	318	251	92	1.593
1988	432	187	178	299	77	1.173
1990	415	314	255	382	63	1.429
1992	302	248	169	318	40	1.078
1994	417	329	145	415	59	1.365
1996	680	602	240	450	243	2.214
1998	869	749	236	446	80	2.379
2000	828	683	202	636	64	2.414
2002	878	739	173	603	118	2.511
2004	890	757	180	480	132	2.439
2006	1.232	816	312	548	104	3.012

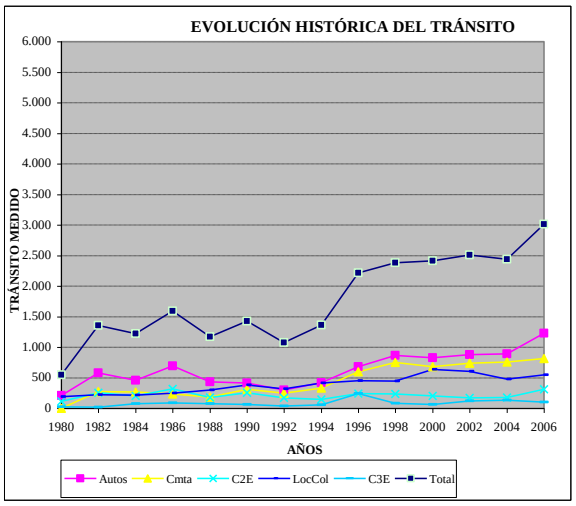


Figura Nº 5.11 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-061-03
(Cruce Reunión)

CAMINO HACIA YUMBEL
DE/A YUMBEL
LUGAR CRUCE REUNION

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	136	0	21	51	9	217
1982	124	58	25	25	1	233
1984	133	74	35	32	6	280
1986	147	102	50	40	29	367
1988	195	122	48	50	37	452
1990	221	155	51	99	39	565
1992	337	221	80	103	62	803
1994	409	413	92	117	121	1.152
1996	672	572	145	133	122	1.645
1998	619	522	178	143	153	1.615
2000	505	390	131	124	94	1.244
2002	611	403	125	179	196	1.514
2004	373	304	72	118	123	989
2006	378	283	81	128	94	965

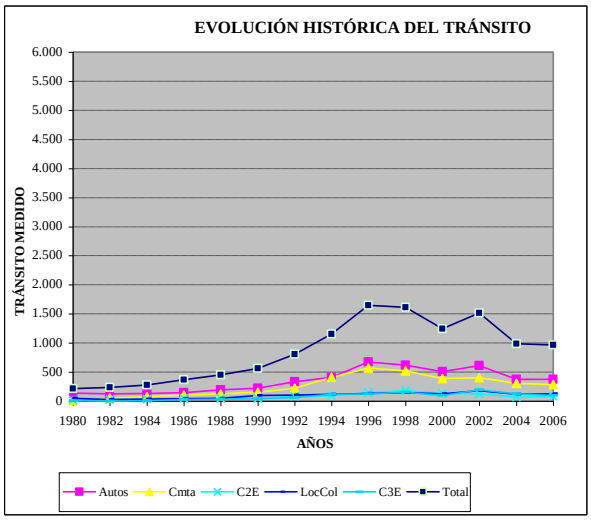


Figura Nº 5.12 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-065-01
(Pileo)

CAMINO STA. JUANA CONCEPCION
DE/A STA JUANA
LUGAR PILEO

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	90	0	69	20	9	189
1982	89	45	69	23	6	233
1984	73	67	90	29	28	287
1986	82	144	238	25	50	539
1988	131	99	68	29	62	389
1990	163	161	96	66	87	574
1992	129	126	62	69	86	472
1994	213	257	82	110	85	747
1996	369	411	115	128	206	1.229
1998	616	502	83	130	119	1.450
2000	722	546	103	131	79	1.581
2002	646	493	106	136	169	1.550
2004	724	519	119	137	183	1.681
2006	707	544	204	135	220	1.810

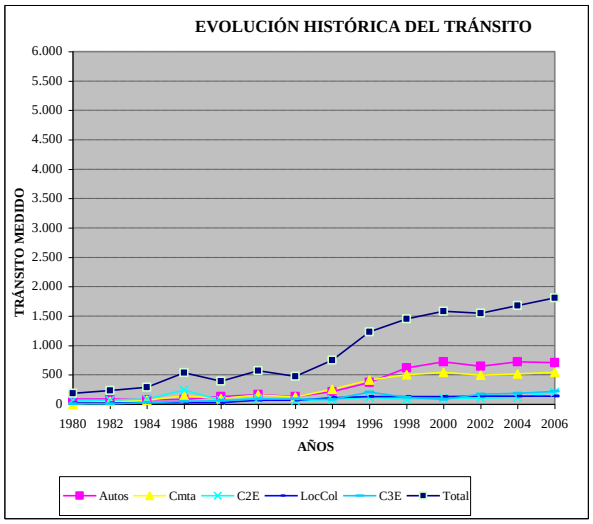


Figura Nº 5.13 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-071-01
(Puente Tricauco)

CAMINO CONCEPCION NACIMIENTO
DE/A CONCEPCION
LUGAR PTE TRICAUCO

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	82	0	32	24	7	144
1982	114	38	42	24	1	219
1984	91	48	41	27	2	209
1986	90	57	75	24	34	279
1988	117	158	127	34	77	513
1990	190	179	87	66	93	614
1992	153	170	70	79	28	500
1994	236	256	78	127	66	763
1996	501	522	186	146	429	1.784
1998	880	638	106	153	186	1.963
2000	859	638	125	150	117	1.890
2002	849	594	153	167	201	1.965
2004	941	592	138	150	214	2.034
2006	975	566	185	145	291	2.162

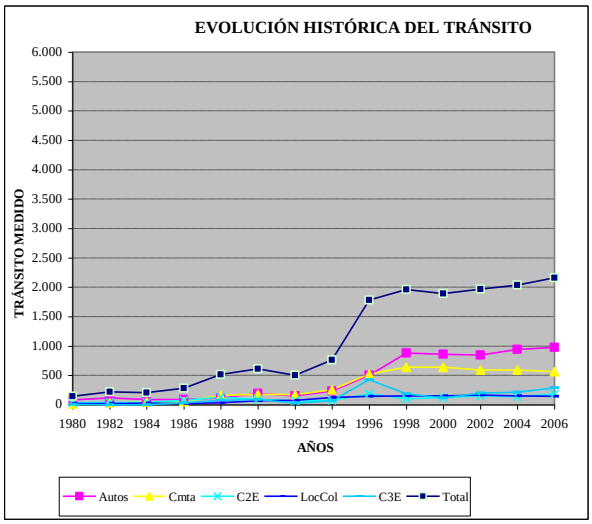


Figura Nº 5.14 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-073-01
(Puente Negro)

CAMINO YUMBEL LONGITUDINAL
DE/A YUMBEL PUEBLO
LUGAR PUENTE NEGRO

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	560	0	81	78	10	728
1982	344	240	66	75	2	728
1984	284	198	50	64	7	604
1986	251	151	40	54	8	504
1988	214	202	37	70	14	537
1990	176	247	29	60	11	523
1992	193	311	57	89	18	668
1994	441	472	100	262	48	1.324
1996	569	454	96	205	25	1.349
1998	737	639	132	265	72	1.845
2000	789	662	146	290	62	1.949
2002	904	673	178	334	141	2.231
2004	765	565	170	267	64	1.832
2006	809	594	122	269	49	1.842

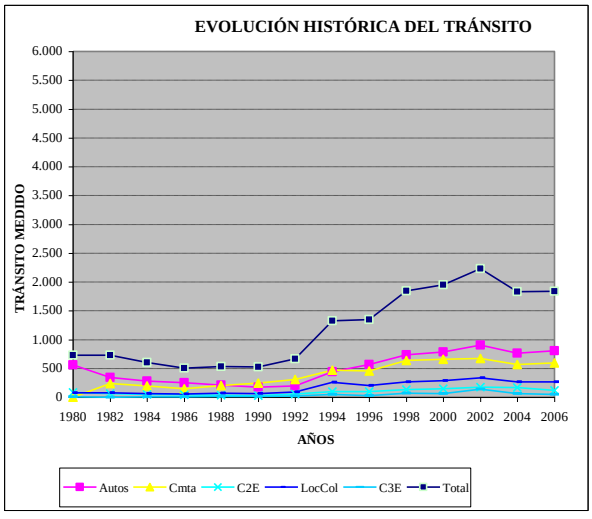


Figura Nº 5.15 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-080-01
(Puente Perales)

CAMINO LAJA LONGITUDINAL
DE/A LAJA
LUGAR PUENTE PERALES

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	291	0	174	41	219	725
1982	247	86	110	32	165	639
1984	263	104	90	26	239	723
1986	236	110	95	34	366	843
1988	229	163	98	30	377	898
1990	320	240	104	56	429	1.148
1992	321	287	99	88	425	1.220
1994	338	317	139	125	358	1.278
1996	531	432	171	149	579	1.863
1998	501	455	145	188	596	1.886
2000	584	419	137	159	791	2.090
2002	450	344	134	145	556	1.629
2004	473	334	159	167	619	1.751
2006	286	234	102	127	418	1.167

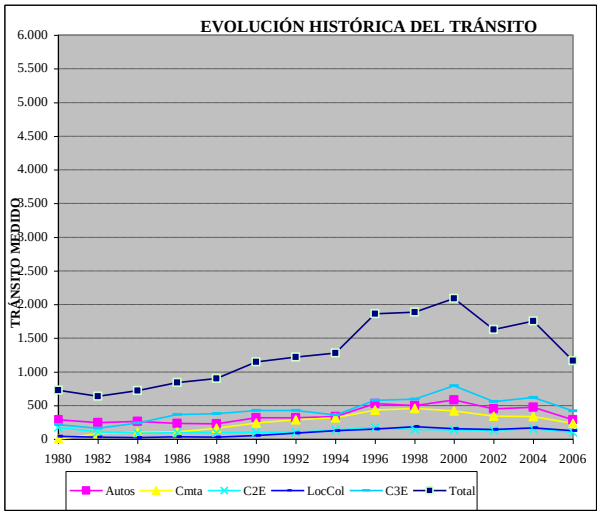
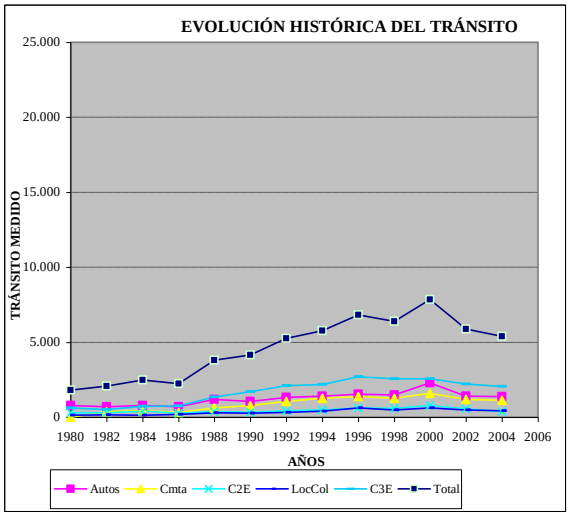


Figura Nº 5.16 : Plan Nacional de Censos, Punto de Control 08-005-03
(Cabrero)

CAMINO HACIA CONCEPCION
DE/A CONCEPCION
LUGAR CABRERO

PROMEDIO

AÑO	Autos	Cmta	C2E	LocCol	C3E	Total
1980	779	0	285	129	622	1.815
1982	707	384	300	164	517	2.072
1984	781	435	398	133	731	2.478
1986	708	313	269	178	765	2.234
1988	1.176	612	367	308	1.348	3.809
1990	1.049	793	333	278	1.689	4.141
1992	1.328	1.064	426	336	2.108	5.261
1994	1.406	1.266	497	415	2.179	5.763
1996	1.524	1.381	611	615	2.685	6.815
1998	1.490	1.270	587	481	2.558	6.386
2000	2.287	1.580	786	624	2.566	7.844
2002	1.411	1.195	567	492	2.214	5.878
2004	1.382	1.127	390	434	2.060	5.392
2006						



5.4.2 Modelo de Crecimiento Histórico

Un modelo de crecimiento del tránsito a tasa constante en el tiempo se expresa en la forma:

$$TMDA_t = TMDA_0 * (1+c)^t$$

en que:

c = tasa de crecimiento
$TMDA_t$ = Tránsito Medio Diario Anual el año t
t = 0 el año base

Esta expresión puede transformarse en una forma lineal como

$$LnTMDA_t = LnTMDA_0 + t * Ln(1+c)$$

Esto es,

$$Y = a + b * t$$

en que:

Y = Ln $TMDA_t$
b = Ln (1+c)

De lo anterior resulta que la tasa de crecimiento constante (c) puede determinarse a partir del coeficiente b de regresión como $c = e^b - 1$

El coeficiente de regresión **b** se obtuvo ajustando la expresión linearizada (logarítmica) anterior.

Los resultados obtenidos para los diferentes puntos de control se reportan en el cuadro siguiente, indicando los estadígrafos obtenidos y la tasa histórica de crecimiento anual (constante) de allí obtenida:

Cuadro Nº 5.10 : Estadígrafos Modelo Crecimiento Histórico

Punto de Control del PNC	Auto			Camta			C2E			C +2E			Carga		
	coef. reg. e^b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. e^b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. e^b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. e^b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. e^b	R^2	$t_{estimado}$
08-054-01 (15 Km. Coronel)	1,064	92%	197,826	1,083	82%	97,995	1,054	92%	238,253	1,116	88%	97,099	1,089	93%	166,141
08-060-01 (Periquillo)	1,045	57%	94,310	1,065	79%	110,448	1,006	3%	104,595	1,049	41%	62,200	1,020	24%	100,280
08-061-03 (Cruce Reunión)	1,065	71%	92,979	1,083	66%	63,300	1,065	65%	79,266	1,164	65%	36,250	1,102	77%	71,469
08-065-01 (Pileo)	1,110	90%	111,774	1,112	89%	96,991	1,019	16%	81,376	1,120	76%	61,281	1,061	72%	98,414
08-071-01 (Puente Tricauco)	1,122	90%	103,299	1,135	87%	77,929	1,060	74%	105,991	1,197	70%	35,341	1,111	76%	65,359
08-080-01 (Puente Perales)	1,026	46%	125,322	1,059	61%	76,789	1,008	8%	132,122	1,044	67%	119,097	1,036	65%	136,560
08-005-03 (Cabrero)	1,040	72%	143,130	1,066	68%	71,636	1,032	56%	122,027	1,070	78%	97,858	1,063	78%	108,882
Promedio entre válidos	1,074	79%		1,086	65%		1,053	72%		1,119	74%		1,077	77%	
Crecimiento anual histórico	7,4%	-	-	8,6%	-	-	5,3%	-	-	11,9%	-	-	7,7%	-	-

Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Modelo de elasticidad constante c/r a la actividad global (o ingreso) del país

Otra forma de función exponencial puede ser utilizada para ajustar un modelo de elasticidad constante con respecto al Producto Interno Bruto:

$$TMDA_t = M * PIB_t^{\,b}$$

en que:

b = elasticidad del TMDA con relación al PIB

Este modelo tiene la cualidad de permitir una estimación simple del crecimiento de la variable dependiente (TMDA) en función del crecimiento de la variable explicativa (en este ejemplo, el PIB). En efecto, puede demostrarse que:

$$\frac{\Delta TMDA}{TMDA} = b\,\frac{\Delta PIB}{PIB}$$

Lo que puede leerse como:

*Variación relativa del TMDA = b * (variación relativa del PIB)*

Esto es:

*Tasa de crecimiento del TMDA = b * (Tasa de crecimiento del PIB)*

En ambos modelos se estimaron los coeficientes de regresión ajustando la expresión linearizada (logarítmica) de las anteriores, a partir de los cuales se obtuvieron los estimadores para la elasticidad **b** y la tasa de crecimiento **c**.

Como historia del PIB se consideró la estadística del Banco Central de Chile, que detalla el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.11 : PIB Nacional

Año	PIB Mill $ 96
1980	14 365 871
1982	13 181 663
1984	13 568 519
1986	14 614 923
1988	16 716 812
1990	19 172 879
1992	23 253 635
1994	26 299 628
1996	31 237 289
1998	34 376 598
2000	35 646 492
2002	37 655 139
2004	41 541 807
2006	46 587 683

Fuente: Banco Central

Se prefirió el PIB Nacional al Regional por las mayores dificultades que este último presenta en la necesaria proyección futura en que se apoya la proyección de demanda con este modelo.

Los resultados obtenidos para los diferentes puntos de control se reportan en el cuadro siguiente, en el que se incluye, a título ilustrativo, la tasa de crecimiento que resulta de aplicar el modelo de elasticidad constante a una tasa del PIB de 4 y 5%.

Cuadro Nº 5.12 : Estadígrafos Modelo Elasticidad b Constante

Punto de Control del PNC	Auto			Camta			C2E			C +2E			Carga		
	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$
08-054-01 (15 Km. Coronel)	1,129	90%	10,562	1,422	87%	8,613	0,963	90%	10,441	2,021	88%	9,468	1,562	93%	12,327
08-060-01 (Periquillo)	0,740	47%	3,280	1,111	82%	7,131	0,052	1%	0,289	0,825	35%	2,535	0,314	18%	1,606
08-061-03 (Cruce Reunión)	1,220	80%	6,860	1,480	76%	5,864	1,182	67%	4,974	2,827	66%	4,870	1,811	78%	6,605
08-065-01 (Pileo)	1,966	94%	13,456	1,863	90%	9,929	0,284	11%	1,188	2,004	70%	5,299	1,033	64%	4,593
08-071-01 (Puente Tricauco)	2,154	93%	12,978	2,255	91%	10,742	1,024	67%	4,962	3,302	70%	5,265	1,913	74%	5,839
08-080-01 (Puente Perales)	0,530	56%	3,905	1,072	70%	5,101	0,213	18%	1,603	0,782	66%	4,773	0,669	67%	4,958
08-005-03 (Cabrero)	0,734	77%	6,122	1,147	78%	5,669	0,606	62%	4,250	1,252	80%	6,651	1,137	81%	6,870
Promedio entre válidos	1,289	82%		1,479	82%		0,944	72%		2,031	73%		1,354	76%	
Crecimiento si PIB = 4.0%	5,2%	-	-	5,9%	-	-	3,8%	-	-	8,1%	-	-	5,4%	-	-
Crecimiento si PIB = 5.0%	6,4%	-	-	7,4%	-	-	4,7%	-	-	10,2%	-	-	6,8%	-	-

Fuente: Elaboración propia

5.4.4 Modelo de elasticidad constante c/r a la actividad forestal

Análogamente, y atendiendo a la importancia relativa del sector forestal observada en el transporte de carga, la misma forma de función exponencial se utilizó para ajustar un modelo de elasticidad constante con la producción forestal.

$$TMDA_t = M * PFO_t^{\,b}$$

en que:
b = elasticidad del TMDA con relación a la Producción Forestal PFO

En este caso, puede demostrarse que el crecimiento del TMDA puede obtenerse como:

*Tasa de crecimiento del TMDA = b * (Tasa de crecimiento de la PFO)*

El modelo se calibró separadamente para los camiones 2 Ejes y +2 Ejes.

Aunque existe abundante información estadística sobre la actividad forestal, ella se expresa normalmente en superficie plantada, lo que no es posible asociar directamente a volúmenes físicos dada la variedad de rendimientos, períodos de maduración y edades óptimas de cosecha para diferentes zonas, variedades y productos finales. Así, sólo fue posible obtener la producción física histórica a nivel agregado para la VIII Región del Bíobío que se reporta en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.13: Producción Forestal Región del Bíobío

Período	Producción de Trozas (m³)		
		Tipo	
	Total	Aserrable	Pulpable
1992	8 083 363	2 709 748	5 373 614
1993	9 285 535	2 773 299	6 512 237
1994	10 031 185	4 089 880	5 941 305
1995	11 211 421	4 745 955	6 465 466
1996	10 050 505	4 800 028	5 250 478
1997	9 172 545	4 657 420	4 515 125
1998	9 853 522	4 863 260	4 990 262
1999	10 431 384	5 418 343	5 013 041
2000	10 749 051	5 400 115	5 348 936
2001	9 988 541	5 176 472	4 812 069
2002	10 507 046	6 123 934	4 383 112
2003	11 387 114	6 295 039	5 092 075
2004	12 103 701	7 013 828	5 089 873
2005	12 986 514	7 640 283	5 346 231

Fuente: INE, Dirección Regional de Bíobío

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos para las regresiones en los diferentes puntos de control del PNC:

Cuadro Nº 5.14 : Estadígrafos Modelo Elasticidad b Constante con POF

Punto de Control del PNC	C2E			C +2E		
	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$	coef. reg. b	R^2	$t_{estimado}$
08-054-01 (15 Km. Coronel)	2,218	70%	3,449	2,634	87%	5,893
08-060-01 (Periquillo)	0,135	1%	0,200	2,695	30%	1,455
08-061-03 (Cruce Reunión)	-0,037	0%	-0,030	1,706	32%	1,543
08-065-01 (Pileo)	1,690	77%	4,137	1,545	22%	1,173
08-071-01 (Puente Tricauco)	1,840	40%	1,813	4,919	44%	1,987
08-080-01 (Puente Perales)	1,067	57%	2,554	1,160	29%	1,445
08-005-03 (Cabrero)	0,196	1%	0,227	0,017	0%	0,042
Promedio entre válidos	1,6584			2,634		
Crecimiento si PFO = 1.06% (2007 - 2015)	1,8%	-	-	2,8%	-	-
Crecimiento si PFO = 0.00% (2015 - 2025)	0,0%	-	-	0,0%	-	-

Fuente: Elaboración propia

5.4.5 Modelos gravitacionales

A diferencia de los anteriores, los modelos gravitacionales buscan explicar el comportamiento de la demanda en función de variables como población en los O/D del viaje, los costos de viaje y variables asociadas a la generación de los mismos.

5.4.6 Calibración del Modelo para Vehículos Livianos

La especificación del modelo propuesto corresponde a la siguiente:

$$T_{ij} = g \frac{P_i P_j}{P} (C_{ij})^{\beta}$$

Donde:

Tij	:	flujo de la zona i a la zona j
Pi	:	población de la zona de origen
Pj	:	población de la zona de destino
P	:	población total del área de estudio
g	:	tasa de generación de viajes.
C	:	costo de viaje utilizado en el modelo de asignación
ß	:	parámetro de impedancia

Aplicando logaritmo natural es posible transformar la expresión anterior en una especificación lineal:

$$\ln\left(\frac{T_{ij}}{P_i P_j}\right) = K + \beta \ln(C_{ij})$$

donde la constante K es igual a ln (g/P).

La variable Cij se obtiene de la matriz de costo de viaje para la categoría de vehículo correspondiente.

A diferencia de los modelos basados en el comportamiento histórico, no existen en este caso antecedentes del comportamiento de las variables a correlacionar a lo largo del tiempo, sino un conjunto de observaciones realzadas al momento de realizar la encuesta O/D para el presente estudio. Así, la calibración se realizó para el conjunto de viajes de vehículos livianos estimados a nivel de TMDA, en que cada observación corresponde a un viaje entre un par O/D determinado, a los que se asocia el costo de viaje asociado y las poblaciones observadas en las zonas conectadas.

Los resultados obtenidos en la calibración del modelo son los mostrados en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 5.15 : Resultados Calibración Modelo Vehículos Livianos

	Vehículo Liviano	
Variable	Beta	K
Coeficiente	-2,58	6,74
Error Estándar	0,23	2,18
R2	60%	
T estimado	-11,45	3,09

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el modelo construido presenta un indicador de ajuste R^2 que es del 60%, lo que significa un ajuste pobre. Por otra parte, los estadígrafos t son buenos, por lo cual las variables usadas en los modelos son significativas desde el punto de vista estadístico. La calibración se considera 5.345 viajes considerando 90 pares orígenes – destino.

Los resultados son consistentes con los encontrados en el estudio de referencia, en términos de orden de magnitud y signo esperado, según se muestra en el cuadro siguiente

Cuadro Nº 5.16 : Resultados Calibración Modelo Vehículos Livianos Estudio DIRPLAN

Variable	Beta	K
Coeficiente	-1,43	-10,62
R2	87%	
T estimado	-40,68	-37,00

Fuente: DIRPLAN Actualización y Consolidación de Modelos de Planificación Vial para la zona Sur

Aunque la calidad de los estadígrafos obtenidos es inferior, probablemente por el menor tamaño de la base de datos disponible para esta aplicación local, se estimó preferible aplicar el modelo calibrado para el estudio específico.
Los mismos resultados anteriores desaconsejaron la obtención de modelos estratificados por nivel de ingreso, ya que el segmentar la base de datos reduce en forma muy considerable el número de observaciones disponible para cada segmento, degradándose consecuentemente la confiabilidad de la regresión así obtenida.

5.4.7 Calibración del Modelo para Camiones

Para los camiones se aplicó una metodología análoga a la utilizada para los vehículos livianos, calibrando modelos separados para camiones simples (2 ejes) y pesados (+2 ejes).

La calibración del modelo gravitacional arrojó resultados apenas satisfactorios, particularmente para los Camiones Pesados. Ello mejoró en alguna medida al considerar variables mudas asociadas a viajes con O/D externos a la zona de influencia directa del estudio, que se activan (valor 1) o no (valor 0) según el par O/D considerado.

Los resultados finales se aprecian en el cuadro resumen siguiente, en que R6 y R7 son las variables mudas asociadas a las zonas de Concepción y las zonas Norte y Sur:

Cuadro Nº 5.17 : Resultados Calibración Modelo Camiones

	Camión Simple		Camión Pesado			
Variable	Beta	K	Beta	K	R6	R7
Coeficiente	-2,33	3,48	-1,25	-2,58	-1,30	-0,62
Error Estándar	0,25	2,59	0,45	4,08	0,37	0,45
R2	62%		37%			
T estimado	-9,17	1,34	-2,76	-0,63	-3,51	-1,37

Fuente: Elaboración propia

El resultado equivalente reportado en el estudio de referencia puede resumirse como sigue:

Cuadro Nº 5.18 : Resultados Calibración Modelo Camiones Estudio DIRPLAN

	Camión Simple								
Variable	Beta	K	R6	R7	R8	R9	R10	Norte	RM
Coeficiente	-1,29	-11,11	0,40	0,26	2,23	2,92	2,68	10,44	12,03
T est	-16,91	-12,45	1,98	1,33	7,89	12,56	16,54	43,16	62,76
R2	90%								
	Camión Pesado								
Variable	Beta	K	R6	R7	R8	R9	R10	Norte	RM
Coeficiente	-1,12	-9,96	0,55	0,32	1,16	0,89	0,14	11,96	12,89
T est	-16,97	-12,39	3,36	2,08	7,94	3,76	0,88	72,51	82,88
R2	92%								

Fuente: DIRPLAN Actualización y Consolidación de Modelos de Planificación Vial para la zona Sur

Nuevamente, se encontraron resultados de menor confiabilidad que los reportados para el estudio de referencia. A diferencia de lo ocurrido para los vehículos livianos, los resultados para los camiones no resultan admisibles: El R^2 para camiones pesados está lejos de ser satisfactorio y el error de estimación de la constante K para ambos tipos de camión no muestra suficiente confiabilidad. Por ello, entre ambos ajustes se propone adoptar la estimación del estudio Dirplan.

Independientemente de los resultados anteriores se ensayó, además, calibrar la misma especificación gravitacional en forma separada, considerando por una parte camiones Forestales + Vacíos y, por otra, Otras Cargas.

Los resultados obtenidos, separadamente para camiones 2 ejes y +2 ejes, se reportan en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.19 : Resultados Calibración Modelo Camiones Forestales

	Camión Liviano			
Variable	Beta	K	R6	R7
Coeficiente	-2,34	4,61	-1,16	-0,05
T est	-8,08	1,57	-2,15	-0,10
R2	76%			
	Camión Pesado			
Variable	Beta	K	R6	R7
Coeficiente	-1,15	-5,65	-0,61	-1,18
T est	-3,30	-1,44	-1,46	-2,82
R2	40%			

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 5.20: Resultados Calibración Modelo Camiones no Forestales

	Camión Liviano			
Variable	Beta	K	R6	R7
Coeficiente	-1,60	-2,73	-1,23	-0,59
T est	-4,45	-0,73	-2,77	-1,28
R2	59%			
	Camión Pesado			
Variable	Beta	K	R6	R7
Coeficiente	-1,04	-7,88	-1,19	-0,53
T est	-2,46	-1,67	-1,72	-0,79
R2	34%			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que al segregar las cargas Forestales de las No Forestales se mejora marginalmente la calidad del ajuste para las primeras en detrimento de las segundas. Las variaciones respecto de las regresiones para el total de la carga, tanto en el valor de los coeficientes de regresión como en su confiabilidad, son también marginales.

5.4.8 Modelo de Proyección

Independientemente de la calibración adoptada para cada tipología de vehículo, para efectos de proyección de la demanda se aplica la especificación genérica del modelo gravitacional:

$$T_{ij} = g \frac{P_i P_j}{P} (C_{ij})^{\beta}$$

La especificación ajustada corresponde a la transformación logarítmica de la función, adoptando los siguientes valores para los coeficientes de regresión, donde la constante K es igual a ln (g/P):

Cuadro Nº 5.21 : Especificación Adoptada

Vehículo	b	K
Liviano	-2.58	6.74
Camión 2 Ejes	-1.29	-11.11
Camión +2 Ejes	-1.12	-9.96

Fuente: Análisis de regresiones

Para su aplicación, es necesario considerar además:

- El costo C_{ij} podrá variar como consecuencia de la incorporación de nuevos proyectos y de los cambios en los tiempos de viaje que resulten del modelo de asignación. Las poblaciones variarán de acuerdo a las proyecciones realizadas.
- La tasa de generación de viajes podrá variar, para lo cual se requiere calibrar un modelo adicional.

Para estimar la tasa de generación de viajes, se adopta la proposición del estudio de referencia, que se reproduce a continuación:

Dado que la tasa de generación de viajes es un parámetro agregado, el mejor método de proyección es un modelo también agregado. Idealmente, se requeriría un modelo que relacione los vehículos-Km totales en la red con una variable macroeconómica proyectable como el PIB, el cual debiera ser calibrado sobre la base de información histórica.

Sin embargo, no se cuenta con información histórica confiable acerca del total de vehículos-Km en la red. Para solucionar esta carencia, se decidió adoptar una variable Proxy sobre la cual sí hay información, que es el consumo total de combustible a nivel nacional. El supuesto base es que la tasa de crecimiento del consumo de combustible debiera ser similar a la tasa de crecimiento de los flujos vehiculares.

La expresión para los vehículos-Km en la red es la siguiente:

$$T = \sum T_{ij} d_{ij}$$

Reemplazando y reordenando se obtiene:

$$T = g * P\Sigma \frac{P_i}{P} \frac{P_j}{P} * d_{ij} (C_{ij})^{\beta}$$

En la expresión anterior la sumatoria puede entenderse como el promedio ponderado de los productos del costo elevado a beta por la distancia. Este promedio ponderado sobre toda la red vial puede ser considerado aproximadamente constante en el tiempo. De acuerdo a este supuesto, resulta que T es aproximadamente proporcional al

producto gP de la tasa de generación por la población total. Por lo tanto, si llamamos Q al consumo total de combustible, se tiene que g es aproximadamente proporcional al cuociente Q/P.

Las calibraciones preliminares intentaron relacionar dicho cuociente con el PIB, con resultados poco satisfactorios. Examinando los residuos, se encontró que la fuente principal de los mismos eran las fuertes variaciones del precio del combustible dentro del período de análisis, por lo cual se decidió agregar dicha variable. Los mejores resultados se obtuvieron para un modelo con un año de rezago, el cual se muestra en la ecuación siguiente.

$$\frac{Q}{P} = A * \left(\frac{PIB}{P} \right)^{\gamma}$$

donde:

Q:	*Consumo de combustible en año t*
P:	*Población total en año t*
PIB:	*Producto interno bruto en año t-1*
p:	*Precio del combustible en año t-1*
A, g:	*parámetros a calibrar*

La calibración se realizó con los datos de consumo y precio de la gasolina automotriz para una serie de 15 años (1990 - 2004). Los datos empleados y los resultados obtenidos se muestran en los cuadros siguientes. Han sido omitidas las unidades de medida dado que sólo interesa conocer el valor del parámetro gamma, el cual es independiente de las unidades utilizadas.

Cuadro Nº 5.22 : Datos Calibración Submodelo de Proyección

Año	Población	PIB	Precio Gasolina	Venta Gasolina
1990	13.020.427	25.142.427	265	1.882
1991	13.183.394	27.136.661	262	1.948
1992	13.348.401	30.438.172	267	2.147
1993	13.515.473	32.559.288	249	2.265
1994	13.684.637	34.416.719	226	2.544
1995	13.855.917	38.028.587	230	2.752
1996	14.029.342	40.831.593	255	2.946
1997	14.204.937	43.526.542	252	3.064
1998	14.382.730	44.944.336	232	3.188
1999	14.562.748	44.616.344	247	3.252
2000	14.745.020	46.605.195	304	3.261
2001	14.929.572	48.165.621	383	2.982
2002	15.116.435	49.209.326	349	2.965
2003	15.305.636	51.156.416	399	2.879
2004	15.497.206	54.217.376	464	2.930

Fuente: Estudio DIRPLAN (PIB en moneda 2003)

Cuadro Nº 5.23 : Resultados Calibración Submodelo de Proyección

Variable	Coeficiente	t-estadístico
Gamma	0,57645	12,69
Constante	2,411	10,72
R^2 ajustado	0,92492	
N° Observaciones	14	

Fuente: Estudio DIRPLAN

Se observa que el indicador de ajuste y la significancia de las variables son satisfactorios.

5.4.9 Modelo Final

A partir de las expresiones anteriores puede expresarse el flujo esperado en el año t como:

$$T_{ij} = g_o * \left(\frac{PIB}{p} \right)^{\gamma} \frac{P_i P_j}{P} (C_{ij})^{\beta}$$

0

T_{ij} : flujo de la zona i a la zona j en el año t

P_i : población de la zona de origen en el año t

P_j : población de la zona de destino en el año t

P : población total del área de estudio en al año t

C_{ij} : costo de viaje utilizado en el modelo de asignación en año t

PIB : producto interno bruto en año t-1

p : precio del combustible en año t-1

¥ : parámetro de elasticidad al PIB

ß : parámetro de impedancia por categoría

g_0 : parámetro de generación de viajes por categoría

El valor de g_o se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$g_0 = g * \left(\frac{P_0}{PIB_0} \right)^{\gamma}$$

donde P_0 y PIB_0 son los valores de estas variables para el año anterior al de calibración. Por su parte, g adopta los valores calibrados para cada tipo de usuario, dados por la expresión:

$$g = P * \exp\left(\sum \theta h * Kh \right)$$

En la expresión anterior, la sumatoria representa la constante y las variables binarias multiplicadas por sus coeficientes respectivos.

5.4.10 Proyección de Variables Independientes

La proyección de la Demanda pasa por proyectar las variables independientes, en este caso la Población y la relación PIB/precio del Combustible.

5.4.11 Población

La proyección de la población se realizó a nivel de zonas, utilizando datos proporcionados por el INE, de acuerdo a la información comunal de las proyecciones para los años 2008, 2015, 2020 y 2025 de la VIII región.

En los datos que se presentan a continuación se puede apreciar las proyecciones de población tanto en sus magnitudes como sus tasas de crecimiento.

Cuadro Nº 5.24 : Tasas de Crecimiento de la Población en el área en estudio

Zona	2008-2015	2015-2020	2020-2025
Cabrero	1,4%	1,3%	1,2%
Patagual	0,5%	0,4%	0,3%
Rere - Talcamavida	0,5%	0,4%	0,3%
Copiulemu	0,5%	0,4%	0,3%
Coronel	1,0%	0,8%	0,7%
Florida	-0,5%	-0,7%	-0,7%
Gran Concepción	0,7%	0,6%	0,6%
Hualqui	1,4%	1,3%	1,2%
Laja	-1,1%	-1,3%	-1,4%
Nacimiento	-0,3%	-0,4%	-0,4%
Norte	0,5%	0,3%	0,2%
Santa Juana	0,3%	0,2%	0,2%
Sur	1,2%	1,0%	1,0%
VIII Costa	-0,5%	-0,6%	-0,6%
Yumbel	-0,2%	-0,4%	-0,5%

Fuente: Elaboración Propia de datos INE

Cuadro Nº 5.25 : Población Proyectada en el área en estudio

Zona	2008	2015	2020	2025
Cabrero	29112	32050	34135	36253
Patagual	735	762	777	791
Rere - Talcamavida	2316	2402	2451	2493
Copiulemu	460	477	487	495
Coronel	106426	113752	118324	122579
Florida	9911	9553	9240	8906
Gran Concepción	648396	682302	704392	727521
Hualqui	21610	23852	25420	26998
Laja	24842	22946	21511	20086
Nacimiento	26199	25743	25256	24697
Norte	174459	181130	184060	186033
Santa Juana	13280	13583	13728	13836
Sur	221600	240452	253330	266154
VIII Costa	78699	76220	74015	71662
Yumbel	20604	20295	19901	19429

GC = Gran Concepción
Fuente: Elaboración Propia de datos INE

5.4.12 Producto Interno Bruto (PIB)

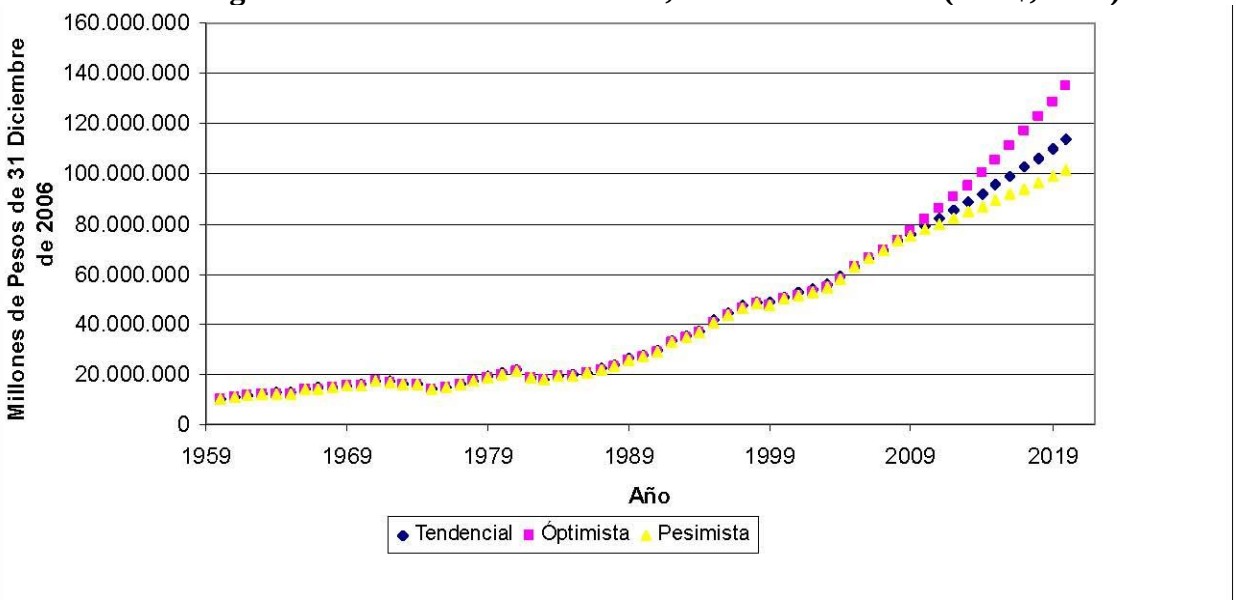
Se adoptó originalmente la proyección del PIB propuesto en el estudio de la referencia, basado en una modelación del comportamiento de largo plazo del PIB nacional (1960 – 2004) e incorporando además proyecciones de especialistas extranjeros (LatinFocus Consensus Forecast), que se incluye a continuación:

Cuadro Nº 5.26 : Proyección del PIB, magnitudes y Tasas de Crecimiento

Año	PIB Mill $ Dic. 06			Crecimiento Anual	Tasas de Crecimiento		
	Tendencial	Optimista	Pesimista		Tendencial	Optimista	Pesimista
2006	66 213 353	66 213 353	66 213 353	-	5.50%	5.50%	5.50%
2007	69 656 447	69 656 447	69 656 447	3 443 094	5.20%	5.20%	5.20%
2008	73 139 269	73 139 269	73 139 269	3 482 822	5.00%	5.00%	5.00%
2009	76 124 308	77 221 397	75 392 915	2 985 039	4.08%	5.58%	3.08%
2010	79 182 028	81 481 505	77 667 328	3 057 720	4.02%	5.52%	3.02%
2011	82 312 429	85 925 037	79 961 174	3 130 401	3.95%	5.45%	2.95%
2012	85 515 512	90 557 576	82 273 149	3 203 083	3.89%	5.39%	2.89%
2013	88 791 276	95 384 845	84 601 979	3 275 764	3.83%	5.33%	2.83%
2014	92 139 722	100 412 716	86 946 420	3 348 445	3.77%	5.27%	2.77%
2015	95 560 849	105 647 208	89 305 257	3 421 127	3.71%	5.21%	2.71%
2016	99 054 657	111 094 493	91 677 301	3 493 808	3.66%	5.16%	2.66%
2017	102 621 146	116 760 897	94 061 394	3 566 490	3.60%	5.10%	2.60%
2018	106 260 317	122 652 908	96 456 403	3 639 171	3.55%	5.05%	2.55%
2019	109 972 170	128 777 175	98 861 224	3 711 852	3.49%	4.99%	2.49%
2020	113 756 703	135 140 513	101 274 779	3 784 534	3.44%	4.94%	2.44%
2021	117 613 918	141 749 909	103 189 640	3 857 215	3.39%	4.89%	1.89%
2022	121 543 814	148 612 523	105 089 726	3 929 896	3.34%	4.84%	1.84%
2023	125 546 392	155 735 692	106 974 106	4 002 578	3.29%	4.79%	1.79%
2024	129 621 651	163 126 937	108 841 893	4 075 259	3.25%	4.75%	1.75%
2025	133 769 592	170 793 963	110 692 246	4 147 940	3.20%	4.70%	1.70%
2026	137 990 213	178 744 666	112 524 360	4 220 622	3.16%	4.66%	1.66%
2027	142 295 705	187 002 925	114 347 416	4 305 492	3.12%	4.62%	1.62%
2028	146 685 731	195 577 276	116 159 986	4 390 026	3.09%	4.59%	1.59%
2029	151 159 885	204 476 321	117 960 632	4 474 124	3.05%	4.55%	1.55%
2030	155 717 541	213 708 720	119 747 904	4 557 686	3.02%	4.52%	1.52%

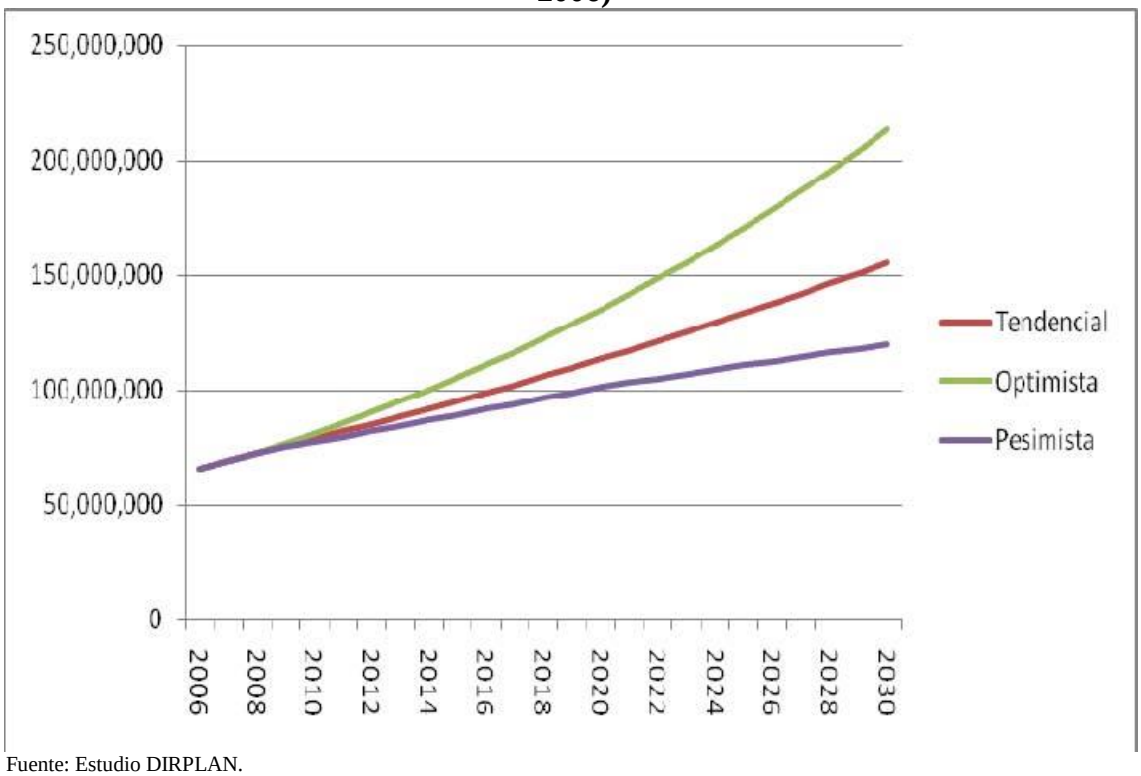
Fuente: Estudio Dirplan

Figura Nº 5.17: Evolución del PIB, Período 1960-2020 (MM$, 2006)



Fuente: Estudio DIRPLAN.

Figura Nº 5.18: Evolución del PIB, Diferencias entre Escenarios, 2007-2030 (MM$, 2006)



Fuente: Estudio DIRPLAN.

5.4.13 Proyección del Precio del Combustible

Atendiendo a que Chile es un importador neto de combustible, que se abastece en los mercados internacionales cuyo precio tiende a reflejar en el mercado interno, se adopta una estimación basada en las proyecciones oficiales que en el Reino Unido se utilizan para efectos de evaluar proyectos de inversión en infraestructura de transporte, las cuales figuran en el documento Transport Analysis Guidance (TAG).

Los siguientes valores están expresados como tasa de variación anual y se reproducen en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 5.27 : Predicción de variaciones en el precio de combustibles

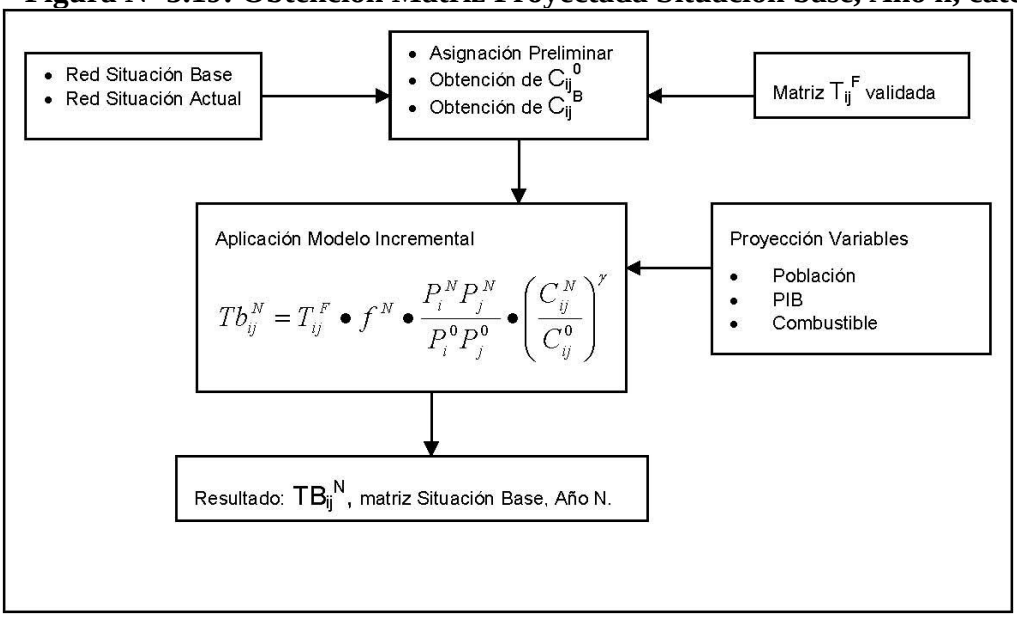
Años	Gasolina (% por año)	Diesel (% por año)	Vehículo liviano (% por año)	Camión liviano (% por año)
2005 - 2006	8,12	6,53	7,89	6,77
2006 - 2007	-6,37	-6,30	-6,27	-6,31
2007 - 2008	-7,46	-7,33	-7,24	-7,35
2008 - 2009	-8,06	-7,91	-7,93	-7,93
2009 - 2010	-6,93	-6,79	-6,70	-6,81
2010 - 2015	0,80	0,78	0,93	0,79
2015 - 2020	0,86	0,84	0,97	0,84
2020 - 2025	0	0	0,03	0,00
2025 +	0	0	0	

Fuente: http://www.webtag.org.uk/webdocuments/3_Expert/5_Economy_Objective/3.5.6.htm

5.4.14 Proyección de los Viajes

La proyección de matrices se realiza utilizando un método incremental, en el cual la matriz actual (Tij^g) es ponderada por matrices de factores para obtener las demandas en los cortes temporales futuros. Estas matrices de factores recogen el crecimiento de los viajes en función del crecimiento de las variables socioeconómicas, y de la variación del costo de viaje. Lo anterior puede graficarse en el siguiente diagrama de flujo:

Figura Nº 5.19: Obtención Matriz Proyectada Situación base, Año n, categoría k



donde:

$Tbij^N$	: Matriz de Viajes Año N, Situación Base.
Tij^F	: Matriz de Viajes Situación Actual.
f^N	: Factor de escala proyectado Año N.
Pj^N	: Población Actual zona j, Año N.
Pj^0	: Población Actual zona j, Año Actual.
Cij^N	: Costos de viajar entre zona i y j en el Año N.
Cij^0	: Costos de viajar entre zona i y j en el Año Actual.
g	: Parámetro de Impedancia

Proyección Factor de Escala

El modelo de Generación/Atracción/Distribución posee un factor de escala que multiplica a la expresión obtenida en cada caso. Este factor corresponde a la expresión $go(PIB/p)^\gamma$/P, incorporada en el modelo de demanda. Para cuya aplicación es necesario utilizar la proyección de los parámetros **PIB**, **P** (población total del área de estudio) y precio de combustible ***p***. En los cuadros siguientes se presentan las proyecciones utilizadas de dichos parámetros.

Cuadro Nº 5.28 : Parámetros Utilizados para el cálculo del factor de escala

Año	Precio Gasolina ($)
2007	627,7

2010	497,1
2015	517,3
2020	539,9
2025	539,9
2030	539,9

Fuente: Estudio DIRPLAN

Cuadro Nº 5.29 : Factor de Escala Calculado a partir del Crecimiento del PIB y del costo de combustible

Año	Tendencial	Optimista
2007	1,0000	1,0000
2010	1,2202	1,2405
2015	1,3094	1,3874
2020	1,3940	1,5395
2025	1,5036	1,7166
2030	1,6030	1,8740

Fuente: Estudio DIRPLAN

Interesa estimar, además, el impacto que tiene un cambio en la evolución esperada del PIB sobre el Factor se Escala Fn. En particular, se trata de considerar una actualización del crecimiento del PIB establecida en el estudio de la referencia (Cuadro N°6.17).

Recordando la definición de dicho factor para un año cualquiera (posterior a la calibración):

$$Fn = (g_0/P) \times (PIB/p)^g$$

siendo:

Fn: Factor de escala
g_0 : Parámetro de generación de viajes
P: Población total
PIB: Producto Interno Bruto
p: Precio del combustible
g : Parámetro calibrado del análisis histórico (ver cuadro anterior)

Resulta que, para corregir un PIB (por ejemplo, el estimado en el estudio de referencia) por un nuevo valor PIB*, el nuevo Factor de Escala Fn* puede expresarse como:

$$Fn^* = (g_0/P) \times (PIB/p)^g \times (PIB^*/PIB)^g$$

esto es:

$$Fn^* = Fn \times (PIB^*/PIB)^g$$

En otros términos, al cambiar la proyección del PIB por PIB* el Factor de Escala debe multiplicarse por el factor (PIB*/PIB) elevado a g = 0.57645.

Interesa, en particular, considerar el siguiente cambio en la proyección del PIB:

Año 2007 a 2008: Datos históricos publicados por el Banco Central
Año 2009: Estimado en 1%
Años 2010 a 2015: Estimado en 4.5% anual
Años 2015 en adelante: Estimado en 4% anual.

El siguiente cuadro detalla el cálculo del factor de corrección y nuevo Factor de Escala corregido:

Cuadro Nº 5.30 : Efectos de corrección del PIB sobre Factor de Escala

Año	Estudio DIRPLAN			Actualización PIB			
	Producto Interno Bruto PIB		Factor de	PIB corregido PIB*		factor	Fn corregido
	Mill $ 2006	variac. anual	Escala Fn	Mill $ 2006	variac. anual	$(PIB^*/PIB)^9$	Fn*
2006	66 213 353			66 213 353			
2007	69 656 447	5.20%	1.0000	69 325 381	4.70%	0.99725746	0.9973
2008	73 139 269	5.00%		71 543 793	3.20%		
2009	76 124 308	4.08%		72 259 231	1.00%		
2010	79 182 028	4.02%	1.2202	75 510 896	4.50%		
2011	82 312 429	3.95%		78 908 886	4.50%		
2012	85 515 512	3.89%		82 459 786	4.50%		
2013	88 791 276	3.83%		86 170 477	4.50%		
2014	92 139 722	3.77%		90 048 148	4.50%		
2015	95 560 849	3.71%	1.3094	94 100 315	4.50%	0.99116092	1.2978
2016				97 864 327	4.00%		
2017				101 778 900	4.00%		
2018				105 850 056	4.00%		
2019				110 084 059	4.00%		
2020	113 756 703	3.44%	1.394	114 487 421	4.00%	1.00369781	1.3992
2021				119 066 918	4.00%		
2022				123 829 595	4.00%		
2023				128 782 778	4.00%		
2024				133 934 090	4.00%		
2025	133 769 592	3.20%	1.5036	139 291 453	4.00%	1.02359118	1.5391
2026				144 863 111	4.00%		
2027				150 657 636	4.00%		
2028				156 683 941	4.00%		
2029				162 951 299	4.00%		
2030	155 717 541	3.02%	1.603	169 469 351	4.00%	1.04999355	1.6831

Fuente: Elaboración del Consultor a partir de Estudio de Referencia DIRPLAN.
Crecimientos PIB 2007 y 2008: Banco Central

Se concluye que, con la proyección del PIB actualizada, el Factor de Escala debería corregirse en -0.88% y +2.36% para los años 2015 y 2025, respectivamente (años correspondientes a los cortes temporales). Si el año 2009 se considera una variación del PIB de 0%, la corrección sería de -1.45% y +1.77%, respectivamente.

Se considerarán en definitiva los factores de escala corregidos - 0.88% y +2.36% para los años 2015 y 2025, respectivamente.

Así, para la proyección de la demanda se utilizará la expresión:

$$Tb_{ij}^{N} = T_{ij}^{F} \times f^{N} \times (P_i^{N} \times P_j^{N}) / (P_i^{0} \times P_j^{0}) \times (C_{ij}^{N} / C_{ij}^{0})^{g}$$

donde:

Tb_{ij}^{N} : Matriz de Viajes Año N, Situación Base.

T_{ij}^{F} : Matriz de Viajes Situación Futura.

f^{N} : Factor de escala (corregido) proyectado Año N.

P_j^{N} : Población Actual zona j, Año N.

P_j^{0} : Población Actual zona j, Año Actual.

C_{ij}^{N} : Costos de viajar entre zona i y j en el Año N.

C_{ij}^{0} : Costos de viajar entre zona i y j en el Año Actual.

g : Parámetro de Impedancia

Con:

f^{N} = 1.2978 para 2015
1.5391 para 2025

Para proyectar la Demanda Normal, se considera la matriz de costos de viaje correspondiente a la Situación Base, para cada corte temporal.

Para proyectar la Demanda Total (Normal+Generada), se considera el cuociente de costos entre la situación Con Proyecto y la Situación Base, para cada corte temporal.

La Demanda Generada se estima por diferencia entre la Total y la Normal.

Para casos particulares en que las mediciones del Consultor (punto de partida de la proyección) no detectaron flujos, pero se estimó que debían existir, se reemplazó la medición nula por el flujo estimado por la función calibrada. Tal es el caso, por ejemplo, de los flujos entre Talcamávida y Santa Juana, hoy muy reducidos y que no fueron captados por las encuestas O/D.

5.5 Demanda Normal

5.5.1 Estimación Tránsito Normal

La estimación del tránsito normal, de acuerdo a lo anteriormente expuesto es determinado a partir de la matriz de costos percibido por el usuario entre los distintos pares origen-destino para las alternativas planteadas.

Así, para la proyección de la demanda se utilizará la expresión:

$$T_{ij}^{\ n} = T_{ij}^{\ o} * f^{N} * \frac{P_i^{n} P_j^{\ n}}{P_i^{o} P_j^{\ o}} * \left(\frac{C_{ij}^{\ n}}{C_{ij}^{\ o}} \right)^{\beta}$$

donde:

T_{ij}^{n}	: Matriz de Viajes Año N
T_{ij}^{o}	: Matriz de Viajes Inicial.
f^{N}	: Factor de escala (corregido) proyectado Año N.
P_j^{n}	: Población Actual zona j, Año N.
P_j^{0}	: Población Actual zona j, Año Actual.
C_{ij}^{n}	: Costos de viajar entre zona i y j en el Año N.
C_{ij}^{o}	: Costos de viajar entre zona i y j en el Año Actual.
ß	: Parámetro de Impedancia

Con:

f^{N} = 1.2978 para 2015
1.5391 para 2025

Para proyectar la Demanda Normal, se considera la matriz de costos de viaje correspondiente a la Situación Base, para cada corte temporal, de esta forma la formulación queda como sigue:

$$T_{ij}^{\ n} = T_{ij}^{\ o} * f^{N} * \frac{P_i^{n} P_j^{\ n}}{P_i^{o} P_j^{\ o}}$$

Los valores determinados de $\frac{P_i^n P_j^n}{P_i^o P_j^o}$ corresponden a los reportados en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.31 : Factor de Población 2015

2008-2015			GC	Coronel	Patagual	Hualqui	Sta Juana	Rere	Copiulemu	Yumbel	Laja	Norte	Sur	VIII Costa	Florida	Cabrero	Nacimiento
		2008	648.396	189.904	735	21.610	13.280	2.316	460	18.235	24.842	202.898	221.600	78.699	9.911	29.112	35.111
	2008	2015	682.302	199.352	762	23.852	13.583	2.402	477	17.961	22.946	215.165	240.452	76.220	9.553	32.050	34.723
GC	648.396	682.302	1,11	1,10	1,09	1,16	1,08	1,09	1,09	1,04	0,97	1,12	1,14	1,02	1,01	1,16	1,04
Coronel	189.904	199.352	1,10	1,10	1,09	1,16	1,07	1,09	1,09	1,03	0,97	1,11	1,14	1,02	1,01	1,16	1,04
Patagual	735	762	1,09	1,09	1,08	1,14	1,06	1,08	1,08	1,02	0,96	1,10	1,13	1,00	1,00	1,14	1,03
Hualqui	21.610	23.852	1,16	1,16	1,14	1,22	1,13	1,14	1,14	1,09	1,02	1,17	1,20	1,07	1,06	1,22	1,09
Santa Juana	13.280	13.583	1,08	1,07	1,06	1,13	1,05	1,06	1,06	1,01	0,94	1,08	1,11	0,99	0,99	1,13	1,01
Rere	2.316	2.402	1,09	1,09	1,08	1,14	1,06	1,08	1,08	1,02	0,96	1,10	1,13	1,00	1,00	1,14	1,03
Copiulemu	460	477	1,09	1,09	1,08	1,14	1,06	1,08	1,08	1,02	0,96	1,10	1,13	1,00	1,00	1,14	1,03
Yumbel	18.235	17.961	1,04	1,03	1,02	1,09	1,01	1,02	1,02	0,97	0,91	1,04	1,07	0,95	0,95	1,08	0,97
Laja	24.842	22.946	0,97	0,97	0,96	1,02	0,94	0,96	0,96	0,91	0,85	0,98	1,00	0,89	0,89	1,02	0,91
Norte	202.898	215.165	1,12	1,11	1,10	1,17	1,08	1,10	1,10	1,04	0,98	1,12	1,15	1,03	1,02	1,17	1,05
Sur	221.600	240.452	1,14	1,14	1,13	1,20	1,11	1,13	1,13	1,07	1,00	1,15	1,18	1,05	1,05	1,19	1,07
VIII Costa	78.699	76.220	1,02	1,02	1,00	1,07	0,99	1,00	1,00	0,95	0,89	1,03	1,05	0,94	0,93	1,07	0,96
Florida	9.911	9.553	1,01	1,01	1,00	1,06	0,99	1,00	1,00	0,95	0,89	1,02	1,05	0,93	0,93	1,06	0,95
Cabrero	29.112	32.050	1,16	1,16	1,14	1,22	1,13	1,14	1,14	1,08	1,02	1,17	1,19	1,07	1,06	1,21	1,09
Nacimiento	35.111	34.723	1,04	1,04	1,03	1,09	1,01	1,03	1,03	0,97	0,91	1,05	1,07	0,96	0,95	1,09	0,98

Cuadro Nº 5.32 : Factor de Población 2025

2008-2025			GC	Coronel	Patagual	Hualqui	Sta Juana	Rere	Copiulemu	Yumbel	Laja	Norte	Sur	VIII Costa	Florida	Cabrero	Nacimiento
		2008	648.396	189.904	735	21.610	13.280	2.316	460	18.235	24.842	202.898	221.600	78.699	9.911	29.112	35.111
	2008	2025	725.545	210.414	791	26.998	13.836	2.493	495	17.194	20.086	229.434	266.154	71.641	8.906	36.253	33.595
GC	648.396	725.545	1,25	1,24	1,20	1,40	1,17	1,20	1,20	1,06	0,90	1,27	1,34	1,02	1,01	1,39	1,07
Coronel	189.904	210.414	1,24	1,23	1,19	1,38	1,15	1,19	1,19	1,04	0,90	1,25	1,33	1,01	1,00	1,38	1,06
Patagual	735	791	1,20	1,19	1,16	1,34	1,12	1,16	1,16	1,02	0,87	1,22	1,29	0,98	0,97	1,34	1,03
Hualqui	21.610	26.998	1,40	1,38	1,34	1,56	1,30	1,34	1,34	1,18	1,01	1,41	1,50	1,14	1,12	1,56	1,20
Santa Juana	13.280	13.836	1,17	1,15	1,12	1,30	1,09	1,12	1,12	0,98	0,84	1,18	1,25	0,95	0,94	1,30	1,00
Rere	2.316	2.493	1,20	1,19	1,16	1,34	1,12	1,16	1,16	1,02	0,87	1,22	1,29	0,98	0,97	1,34	1,03
Copiulemu	460	495	1,20	1,19	1,16	1,34	1,12	1,16	1,16	1,02	0,87	1,22	1,29	0,98	0,97	1,34	1,03
Yumbel	18.235	17.194	1,06	1,04	1,02	1,18	0,98	1,02	1,02	0,89	0,76	1,07	1,13	0,86	0,85	1,17	0,90
Laja	24.842	20.086	0,90	0,90	0,87	1,01	0,84	0,87	0,87	0,76	0,65	0,91	0,97	0,74	0,73	1,01	0,77
Norte	202.898	229.434	1,27	1,25	1,22	1,41	1,18	1,22	1,22	1,07	0,91	1,28	1,36	1,03	1,02	1,41	1,08
Sur	221.600	266.154	1,34	1,33	1,29	1,50	1,25	1,29	1,29	1,13	0,97	1,36	1,44	1,09	1,08	1,50	1,15
VIII Costa	78.699	71.641	1,02	1,01	0,98	1,14	0,95	0,98	0,98	0,86	0,74	1,03	1,09	0,83	0,82	1,13	0,87
Florida	9.911	8.906	1,01	1,00	0,97	1,12	0,94	0,97	0,97	0,85	0,73	1,02	1,08	0,82	0,81	1,12	0,86
Cabrero	29.112	36.253	1,39	1,38	1,34	1,56	1,30	1,34	1,34	1,17	1,01	1,41	1,50	1,13	1,12	1,55	1,19
Nacimiento	35.111	33.595	1,07	1,06	1,03	1,20	1,00	1,03	1,03	0,90	0,77	1,08	1,15	0,87	0,86	1,19	0,92

Como se mencionó anteriormente, los costos de operación privados para cada arco de la red, que son aplicados al modelo de asignación para las alternativas y la situación base (tanto para el corte 2015 como para el corte 2025).

En los cuadros siguientes se presentan las matrices diarias para cada corte del tránsito normal de acuerdo a la tipología vehicular adoptada. Para estos efectos, los valores horarios de las matrices calibradas se han expandido a los valores diarios correspondientes.

Cuadro Nº 5.33 : Matriz Diaria 2015 Vehículo Liviano Interurbana Tránsito Normal

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Tot
289					33,5							1,5	9,0		12,6	15,4	1,4			46,4		10,6				1,5	4,5	1,1					137
290					19,1			0,6					1,6					2,5		3,4		6,8			3,4	6,7						2,5	47
291	1,6				128,1							1,5	22,8		49,4	65,5		32,5	8,7	79,1		10,2	2,2		29,3	10,7	9,4	0,6	0,5	1,7		27,2	481
292																																	0
293	15,4	13,7	65,2			310,6		1,3		13,4	22,3												12,0			3,0							457
294	2,2	1,6			510,3		2,3	0,6	1,1			3,0	155,9		198,5	189,6		186,1		485,3	22,3	44,1		3,0	222,6	45,4	13,0	6,1		2,9		178,8	2274
295			0,6			2,3				35,0	0,6							10,9		14,3		2,6		1,1	8,6			1,5				3,1	81
296					7,1										4,9	4,9				6,2	2,9	1,4			1,6	9,3							38
297										13,5	0,6									1,8													16
298					2,6	0,7	11,8		21,6				2,9					13,2		5,9	1,5	1,0	8,4		2,0			2,2				2,1	76
299					68,1		0,6		0,6				24,0		21,6	24,1		17,4		47,5		13,6			28,2	8,0		2,2				14,8	271
300						1,3									2,8										1,1								5
301	9,4	5,6	9,8			90,6		1,6			9,4												9,4			0,7	1,6			6,9		0,6	146
302																																	0
303	1,0		12,8			62,5		3,5			5,6									1,7			1,8			2,2	1,5		7,0	65,7			165
304	62,4	85,0	133,5			643,2		11,4		1,2	60,6												60,5			6,9	8,6		7,1	48,9			1129
305																		5,2		34,5							2,9						43
306		2,7	8,0			64,0	13,9		5,2	162,4	3,6						3,3		41,3	0,5		0,7	10,7	0,4									316
307	2,4	1,2																51,1		372,4	1,3	7,2	8,0		10,1		89,1			0,8		10,5	554
308	3,2	7,0	18,8			190,0	7,7		1,4	20,9	20,7				3,4	0,8	30,3	0,5	357,2				31,1		0,5					5,6		0,5	700
309						8,9	2,1			6,9						0,5			1,6				2,4				0,6						23
310	1,1	1,4				20,3	2,6			3,8													6,0							1,4		1,0	38
311					10,9					12,1			10,1		6,2	6,9	5,8	1,5		19,8	1,6	2,4			2,3							1,5	81
312		1,4				7,6	1,5											0,5					1,9		0,6		1,6					0,5	16
313	1,1	0,9	2,8			67,9	11,2	1,3	2,8	4,8	2,4							1,4	7,2				1,2	0,5					3,5				109
314		3,1	3,7		1,6	44,4		6,8			9,2		0,9		2,0	1,5				0,7					0,7								75
315						4,1													78,0														82
316	0,6					4,0	2,7		0,7	8,9	1,7							2,7																21
317													1,5		3,0	1,6								1,5	3,2								11
318			5,3			4,5							4,6		125,6	11,2			0,5	8,1		1,6		1,5							0,6	1,5	165
319																				1,2										0,5			2
320		3,5	0,9			67,5	5,7		2,6	13,0	1,8							0,4	18,2				2,4										116
Tot	100	127	261	0	781	1594	62	27	36	296	139	6	233	0	430	322	41	326	513	1129	30	102	158	8	314	94	133	14	18	134	1	245	7674

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.34 : Matriz Diaria 2025 Vehículo Liviano Interurbana Tránsito Normal

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Tot
289					39,3							1,8	12,1		15,2	22,0	1,6			64,8		14,8				2,0	6,2	1,5					181
290					22,4			0,8					2,2					3,1		4,7		9,5			4,7	8,8						3,1	59
291	2,2				150,6							1,8	30,7		59,6	93,5		39,7	9,6	110,5		14,2	2,9		41,0	14,0	13,1	0,7	0,6	2,3		33,2	620
292																																	0
293	18,2	16,1	76,7			365,2		1,6		15,1	26,2												14,0			3,4							537
294	2,9	2,2			599,9		3,0	0,8	1,5			3,5	209,6		239,6	270,5		227,0		677,5	27,2	61,6		4,0	310,7	59,4	18,1	8,0		3,8		218,2	2949
295			0,8			3,1				44,6	0,8							13,2		19,9		3,6		1,5	11,9			2,0				3,7	105
296					8,9										6,3	7,4				9,2	3,8	2,0			2,4	12,9							53
297										17,2	0,8									2,4													20
298					3,0	0,9	15,1		27,6				3,7					15,5		8,0	1,8	1,3	10,7		2,6			2,7				2,5	95
299					80,1		0,8		0,8				32,2		26,1	34,4		21,2		66,4		19,0			39,4	10,5		2,9				18,1	352
300						1,5									3,0										1,3								6
301	12,7	7,5	13,2			121,9		2,3			12,7												12,6			1,0	2,3			9,0		0,7	196
302																																	0
303	1,2		15,5			75,4		4,5			6,8									2,2			2,1			2,6	1,9		8,3	77,5			198
304	89,1	121,3	190,4			917,5		17,3		1,7	86,5												85,6			9,7	12,8		9,9	68,0			1610
305																		5,3		39,7							3,3						48
306		3,3	9,7			78,0	16,8		6,3	189,8	4,3						3,3		41,5	0,6		0,9	12,9	0,5									368
307	2,7	1,3																51,4		427,9	1,3	8,3	8,7		11,6		102,4			0,9		10,6	627
308	4,5	9,8	26,3			265,2	10,7		2,0	27,9	28,9				4,3	1,1	34,8	0,6	410,4				43,1		0,7					7,7		0,6	879
309						10,8	2,5			8,1						0,6			1,6				2,9				0,7						27
310	1,5	2,0				28,3	3,6			5,1													8,3							1,9		1,3	52
311					12,7					15,4			13,4		7,4	9,7	6,4	1,9		27,4	1,9	3,4			3,2							1,8	105
312		1,9				10,2	2,1											0,6					2,5		0,8		2,3					0,6	21
313	1,5	1,3	3,9			94,8	15,5	1,9	3,9	6,4	3,3							1,8	8,3				1,6	0,7					4,7				150
314		4,0	4,8		1,9	58,1		9,5			12,1		1,2		2,4	2,1				1,0					1,0								98
315						5,7													89,6														95
316	0,8					5,2	3,5		0,9	11,1	2,3							3,2															27
317													2,0		3,5	2,2								2,0	4,4								14
318			7,0			5,9							6,1		148,1	15,6			0,6	11,1		2,2		2,0						0,7	1,7	201
319																				1,6										0,6			2
320		4,3	1,1			82,4	7,0		3,1	15,2	2,1							0,5	18,3				2,9										137
Tot	137	175	349	0	919	2130	81	39	46	358	187	7	313	0	515	459	46	385	580	1475	36	141	211	11	436	124	163	18	24	172	1	296	9831

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.35 : Matriz Diaria 2015 Camión Simple Interurbana Tránsito Normal

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Tot
289													3,9		0,4					1,1													5
290																				5,9					5,9	5,0							17
291					4,7								9,6		5,3	6,0		5,7	5,0	11,7					11,7								60
292																																	0
293			1,7			17,0		1,2															1,7			1,1							23
294					9,5								6,5		5,3	37,8		8,6		57,0				1,3	35,1	11,8		0,9		0,4		14,2	188
295										6,1								1,1														2,2	9
296																0,4																	0
297										2,0																							2
298							2,7		1,1											0,4			1,1										5
299															5,3	6,0			0,8									0,5				2,8	15
300																																	0
301			5,6			9,4		2,0															3,7			1,2				11,0			33
302																																	0
303						3,3					1,7																1,6		1,7	6,8			15
304			29,9			29,9					29,9												29,8										120
305																																	0
306			0,9			0,9	1,1		2,3	3,4											0,6		2,3	0,4								0,6	12
307			1,6								0,8							3,9		24,5					1,5		2,9						35
308			10,9			18,2	2,3			4,7							1,5		30,2														68
309						0,9				5,2																							6
310						1,9													1,5				2,5										6
311										4,1			1,3		5,3	6,0				1,7				2,6	1,7	5,0	1,7						29
312			0,4			3,7													0,5				3,7										8
313			1,9			7,2	4,7			1,9									3,0														19
314		3,6	3,6					0,6			1,8		0,4																				10
315																																	0
316						0,7			0,6	5,1																							6
317															0,7																		1
318													0,1		1,4	0,1																	2
319																																	0
320			0,9			2,6					0,9								1,4														6
Tot	0	4	57	0	14	96	11	4	4	33	35	0	22	0	24	56	2	19	42	102	1	0	45	4	56	24	6	1	2	18	0	20	701

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.36 : Matriz Diaria 2025 Camión Simple Interurbana Tránsito Normal

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Tot
289													5,2		0,4					1,5													7
290																				8,2					8,2	6,6							23
291					5,5								12,9		6,4	8,5		6,9	5,5	16,3					16,3								78
292																																	0
293			2,0			20,0		1,5															2,0			1,3							27
294					11,1								8,8		6,4	53,9		10,4		79,6				1,8	49,0	15,5		1,2		0,5		17,4	256
295										7,8								1,4														2,6	12
296																0,7																	1
297										2,6																							3
298							3,5		1,4											0,5			1,4										7
299															6,4	8,5			0,9									0,6				3,5	20
300																																	0
301			7,6			12,6		2,8															5,0			1,6				14,4			44
302																																	0
303						4,0					2,0																2,0		2,0	8,0			18
304			42,7			42,7					42,7												42,2										170
305																																	0
306			1,1			1,1	1,3		2,8	4,0											0,7		2,7	0,5								0,7	15
307			1,7								0,9							4,0		28,1					1,7		3,3						40
308			15,2			25,4	3,2			6,3							1,8		34,7														87
309						1,1				6,0																							7
310						2,6													1,8				3,4										8
311										5,2			1,7		6,4	8,4				2,3				3,4	2,3	6,5	2,3						39
312			0,5			5,0													0,6				5,0										11
313			2,6			10,1	6,5			2,5									3,5														25
314		4,8	4,8					0,9			2,4		0,5																				13
315																																	0
316						0,9			0,7	6,4																							8
317															0,8																		1
318													0,1		1,7	0,2																	2
319																																	0
320			1,1			3,2					1,1								1,4														7
Tot	0	5	79	0	17	129	14	5	5	41	49	0	29	0	29	80	2	23	48	136	1	0	62	6	77	32	8	2	2	23	0	24	927

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.37 : Matriz Diaria 2015 Camión Pesado Interurbana Tránsito Normal

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Tot
289													4,9			15,2				10,8													31
290													4,9			37,7		17,2	1,0	31,9		5,3		4,9	100,9	4,4						3,4	212
291					4,4								64,2			48,5		22,3	5,1	132,8		10,6		59,3	393,0	13,3	3,1					10,3	767
292																																	0
293		1,5	6,0			12,0					3,0												1,5									24
294					9,0								44,4		9,7	64,7		18,5		53,1				24,7	98,2	8,9		2,3				14,8	348
295										1,0								1,4		0,2	1,0				1,1							1,8	6
296																																	0
297						0,5																										0,2	1
298																		3,2		0,4			6,1			1,6						0,2	12
299					4,4											5,3			4,1	5,3					5,3	4,4						8,5	37
300							1,1																1,1									2
301	1,6	3,3	14,9			14,9		0,7															21,5			1,1						58
302																																	0
303																				0,8													1
304	30,8	251,6	282,5			188,5					282,5							0,5					407,6			11,3						1455
305																																	0
306		4,8	8,7			3,4	3,5			20,0		2,3			0,5	0,5			29,3	2,1		4,8	5,2									3,9	89
307			6,1								2,4							29,8		69,6	1,9	4,1			2,0		4,1					3,7	124
308		3,3	9,8			6,5	0,8		0,8	16,5	1,3								64,4				18,7			0,2							122
309						3,4	5,1												2,7														11
310	0,3	0,6				0,3				0,9		0,4						0,8	5,9				25,6										35
311					13,4					2,9			64,1			69,9		1,1	6,1	7,9		2,3		19,7	8,5	4,4						0,8	201
312		1,6	4,9			14,9													3,1	0,9		0,9	6,6		0,6							33
313		12,4	34,2			19,6	0,4			1,8	0,3								5,9				10,8										85
314		1,6	4,8			1,6					0,7	2,4	0,9						0,4	1,0			1,6										15
315																			23,4														23
316						0,5																											0
317																																	0
318																																	0
319																																	0
320		3,9	6,8			3,4	3,1			3,3									8,0				2,4										31
Tot	33	285	379	0	31	269	14	1	1	46	290	5	183	0	10	242	0	95	159	317	3	28	509	109	610	50	7	2	0	0	0	48	3725

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.38 : Matriz Diaria 2025 Camión Pesado Interurbana Tránsito Normal

	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	Tot
289													6,6			21,6				15,1													43
290													6,6			53,8		21,0	1,1	44,5		7,3		6,6	140,9	5,7						4,2	292
291					5,2								86,3			69,1		27,2	5,6	185,4		14,8		79,8	548,6	17,4	4,4					12,6	1056
292																																	0
293		1,8	7,1			14,2					3,6												1,7										28
294					10,6								59,8		11,7	92,3		22,6		74,2				33,2	137,1	11,6		3,0				18,1	474
295										1,2								1,6		0,3	1,2				1,5							2,2	8
296																																	0
297						0,7																										0,2	1
298																		3,7		0,6			7,8			2,0						0,2	14
299					5,2											7,6			4,5	7,3					7,3	5,7						10,4	48
300							1,2																1,2										2
301	2,2	4,5	20,0			20,0		1,1															28,7			1,5							78
302																																	0
303																				1,0													1
304	43,9	358,9	402,9			268,9					402,9							0,7					577,1			15,7							2071
305																																	0
306		5,9	10,7			4,2	4,2			23,4		2,5			0,5	0,7			29,5	2,7		6,1	6,4									4,3	101
307			6,7								2,7							30,0		79,9	1,9	4,7			2,3		4,7					3,8	137
308		4,6	13,6			9,1	1,1		1,1	22,1	1,8								74,0				25,9			0,3							154
309						4,2	6,1												2,7														13
310	0,4	0,9				0,4				1,2		0,5						1,0	6,8				35,5										47
311					15,6					3,7			85,5			99,0		1,3	6,7	11,0		3,2		26,3	11,8	5,7						1,0	271
312		2,2	6,7			20,0													3,4	1,2		1,2	8,8		0,8								44
313		17,3	47,7			27,3	0,6			2,5	0,4								6,8				15,0										117
314		2,1	6,3			2,1					0,9	2,7	1,1						0,5	1,4			2,1										19
315																			26,9														27
316						0,6																											1
317																																	0
318																																	0
319																																	0
320		4,8	8,3			4,2	3,8			3,9									8,1				2,9										36
Tot	47	403	530	0	37	376	17	1	1	58	412	6	246	0	12	344	0	109	176	425	3	37	713	146	850	66	9	3	0	0	0	57	5084

Fuente: Elaboración propia.

5.5.2 Modelación de la Situación Base

Las matrices de viaje antes estimadas alimentan las modelaciones de las situaciones Base y Alternativas, para obtener las asignaciones del tránsito normal en cada caso.

Para modelar la situación base del año 2015 y 2025 se utilizó la red de modelación que se muestra en la Figura Nº7.1 y Figura Nº7.2, que representa la red vial relevante de la situación actual, modificada para incorporar los cambios considerados en la situación base para esos cortes temporales.

Las modelaciones se efectúa para la hora promedio de la semana, para los tipos de vehículo Liviano, Camión Dos Ejes y Camión Más de Dos Ejes.

Figura Nº 5.20 : Red de modelación SATURN Situación Base 2015

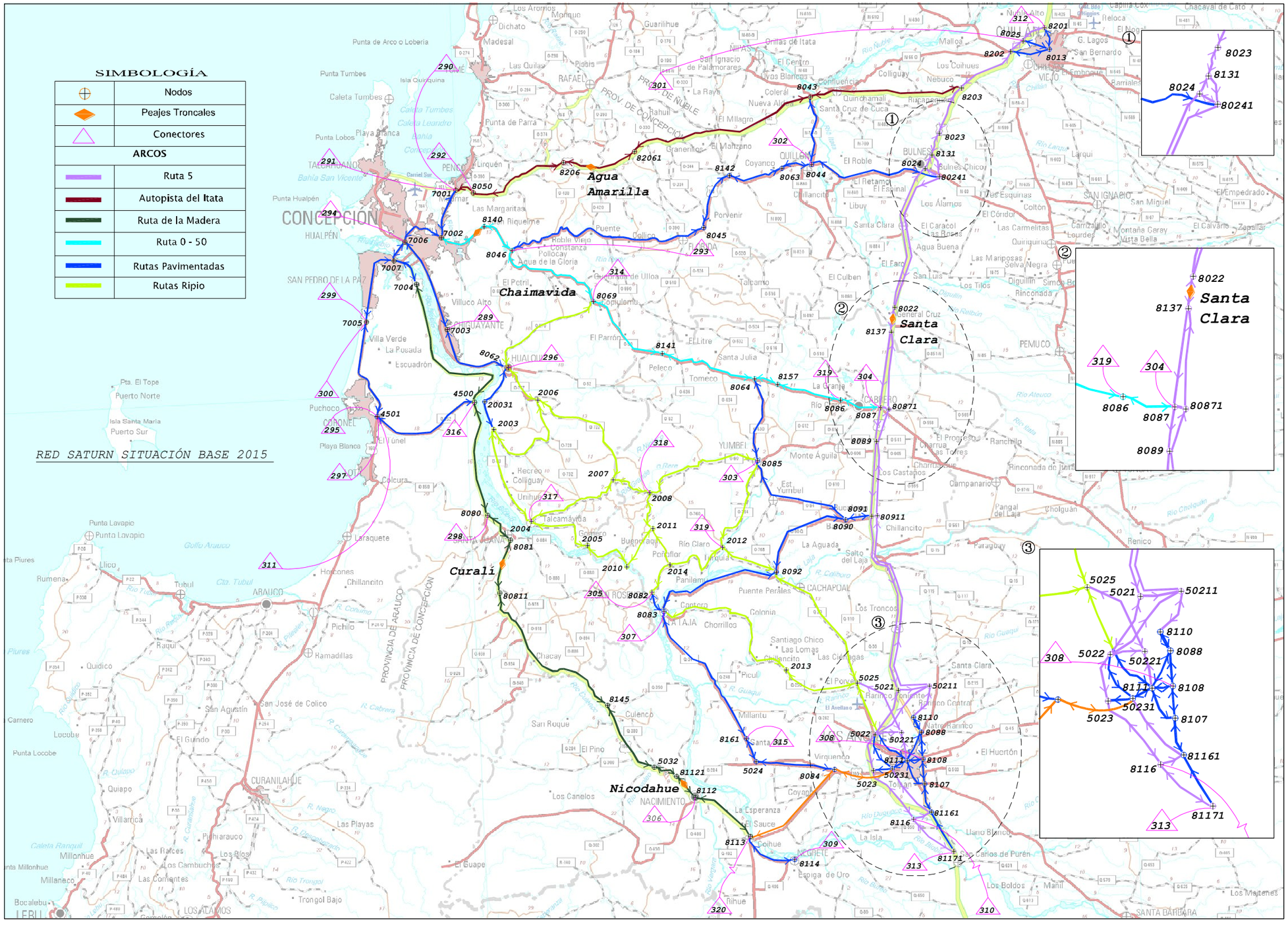
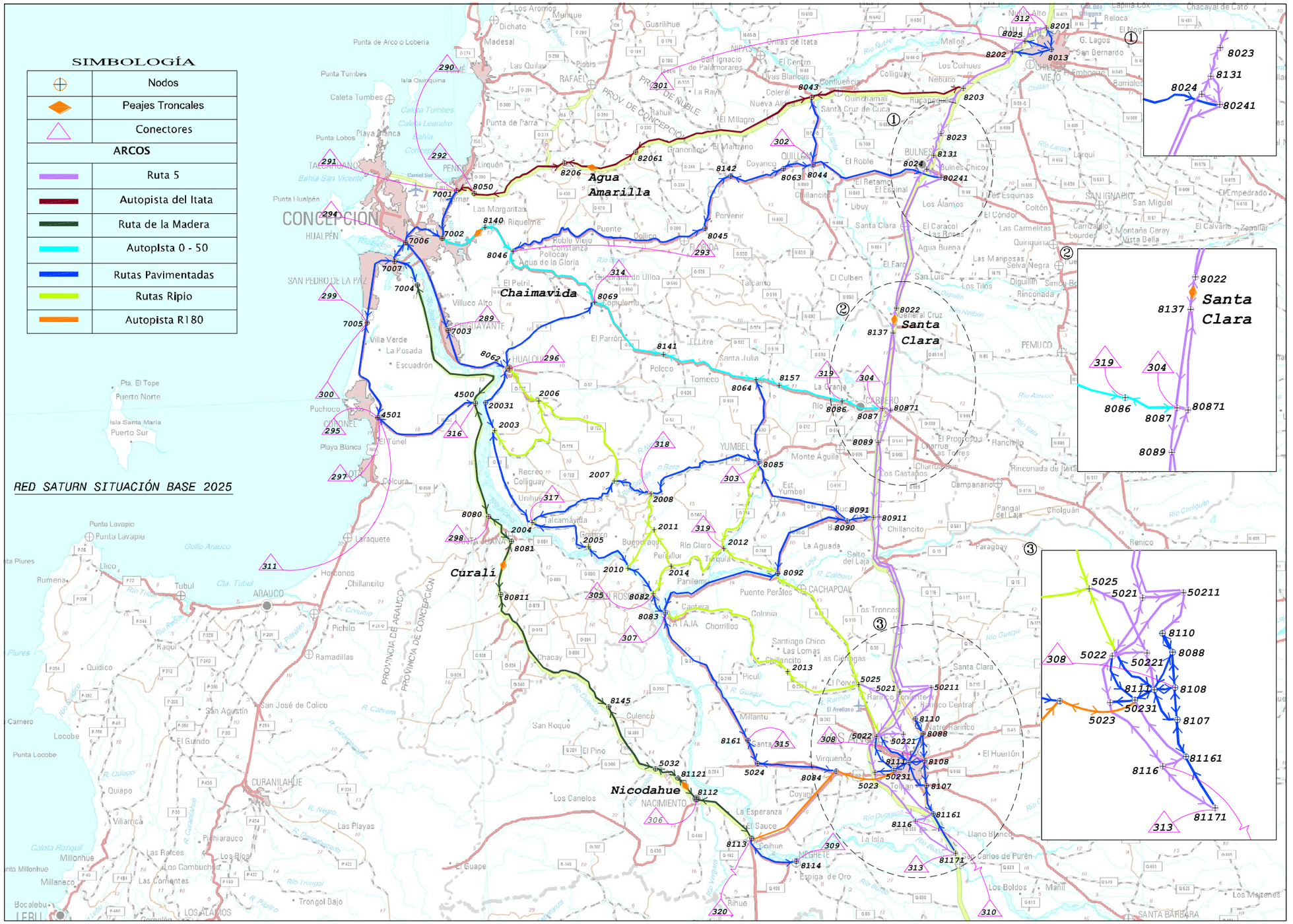


Figura Nº 5.21 : Red de modelación SATURN Situación Base 2015


SIMBOLOGÍA
Nodos
Peajes Troncales
Conectores
ARCOS
Ruta 5
Autopista del Itata
Ruta de la Madera
Autopista 0 - 50
Rutas Pavimentadas
Rutas Ripio
Autopista R180
RED SATURN SITUACIÓN BASE 2025
Agua Amarilla
Chaimavida
Curalí
Nicodahue
Santa Clara
CONCEPCIÓN
ARAUCO
CURANILAHUE
LEBU
LOS ÁLAMOS
CORONEL
HUALPÉN
SAN PEDRO DE LA PAZ
CHIGUAYANTE
HUALQUI
SANTA JUANA
CACHAPOAL
NACIMIENTO
NEGRETE
PEMUCO
YUMBEL
BULNES
QUILLÓN
PROV. DE ÑUBLE
PROVINCIA DE ARAUCO
PROVINCIA DE CONCEPCIÓN

5.5.3 Modelación del Proyecto

Análogamente, para modelar la situación con proyecto del año 2015 y 2025 se utilizó la red de modelación que se muestra en la Figura Nº7.1 y Figura Nº7.2, que representa la red vial relevante de la base, modificada para incorporar los cambios considerados en cada alternativa de proyecto para esos cortes temporales.

Para el caso de la situación con proyecto la red de modelación SATURN, se presentan en las Figura Nº7.3 a la Figura Nº7.10 las redes para el año 2015.

Las redes de modelación para el corte 2025 se presenta en la Figura Nº7.11 a la Figura Nº7.18.

Figura Nº 5.22 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y sus Accesos 2015

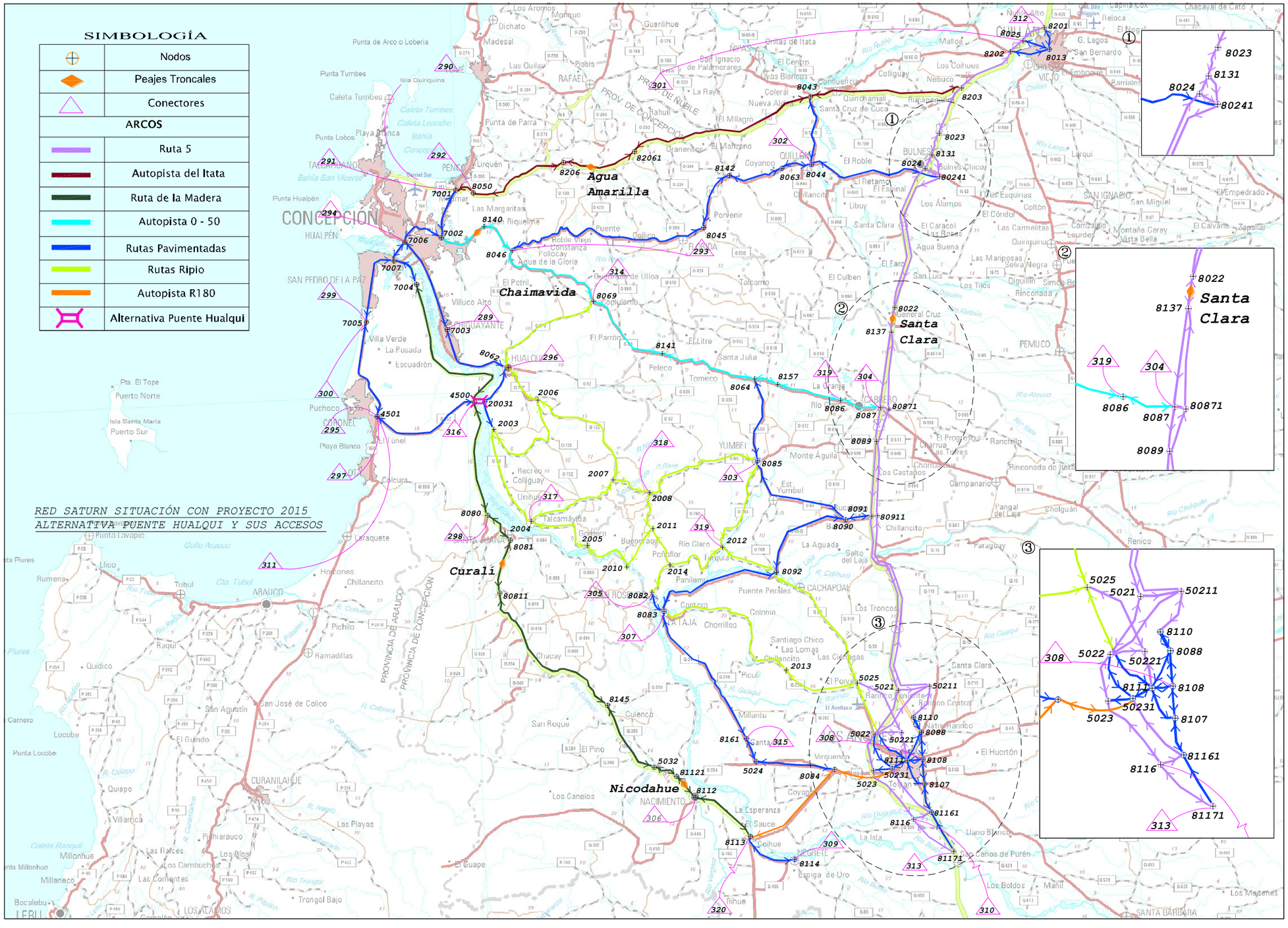

SIMBOLOGÍA
Nodos
Peajes Troncales
Conectores
ARCOS
Ruta 5
Autopista del Itata
Ruta de la Madera
Autopista 0 - 50
Rutas Pavimentadas
Rutas Ripio
Autopista R180
Alternativa Puente Hualqui
RED SATURN SITUACIÓN CON PROYECTO 2015
ALTERNATIVA PUENTE HUALQUI Y SUS ACCESOS
Agua Amarilla
Chaimavida
Santa Clara
Curalí
Nicodahue
CONCEPCIÓN
CHIGUAYANTE
HUALQUI
PENCO
TALCAHUANO
SAN PEDRO DE LA PAZ
CORONEL
LOTA
ARAUCO
CURANILAHUE
LEBU
LOS ALAMOS
LOS ANGELES
NACIMIENTO
MULCHEN
CABRERO
YUMBEL
CHILLAN
CHILLAN VIEJO
SAN IGNACIO
PEMUCO
EL CARMEN
PINTO
COIHUECO
SAN CARLOS
SANTA BARBARA
Punta de Arco o Loberia
Punta Tumbes
Isla Quiriquina
Caleta Tumbes
Punta Lobos
Playa Blanca
Punta Hualpén
Punta de Parra
Punta Lavapio
Pta. El Tope
Puerto Norte
Isla Santa María
Puerto Sur
Golfo Arauco
Bahía San Vicente
Caleta Leandro
Caleta Ranquil
Río Itata
Río Bío Bío
Río Laja
Río Diguillín
Río Chillán
Río Ñuble
Río Claro
Río Duqueco
Río Aleuco
Río Polcura
Río Renaico
Río Vergara
Río Biobío
Río Lebu
Río Carampangue
Río Tubul
Río Raqui
Río Quidico
Río Curanilahue
Río Quiapo
Río Pilmaiquén
Río Trongol
Río Millaneco
Río Cholguán
Río Huaqui
Río Guarguar
Río Cabrera
Río Duqueco
Río Negro
Río Lía
Río Lía
Río Lía

Figura Nº 5.23 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y Corredor 2015

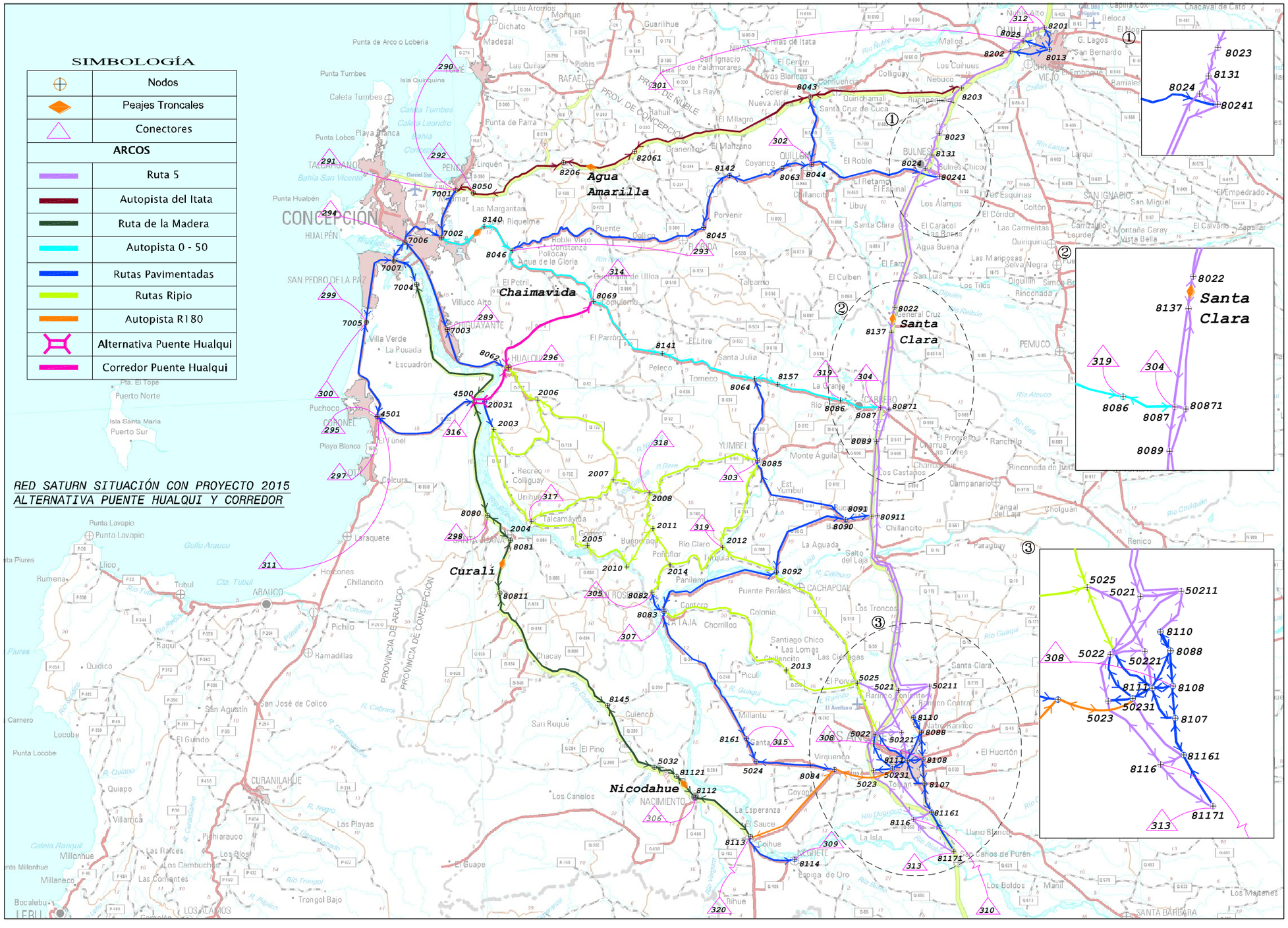


Figura Nº 5.24 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y sus Accesos 2015

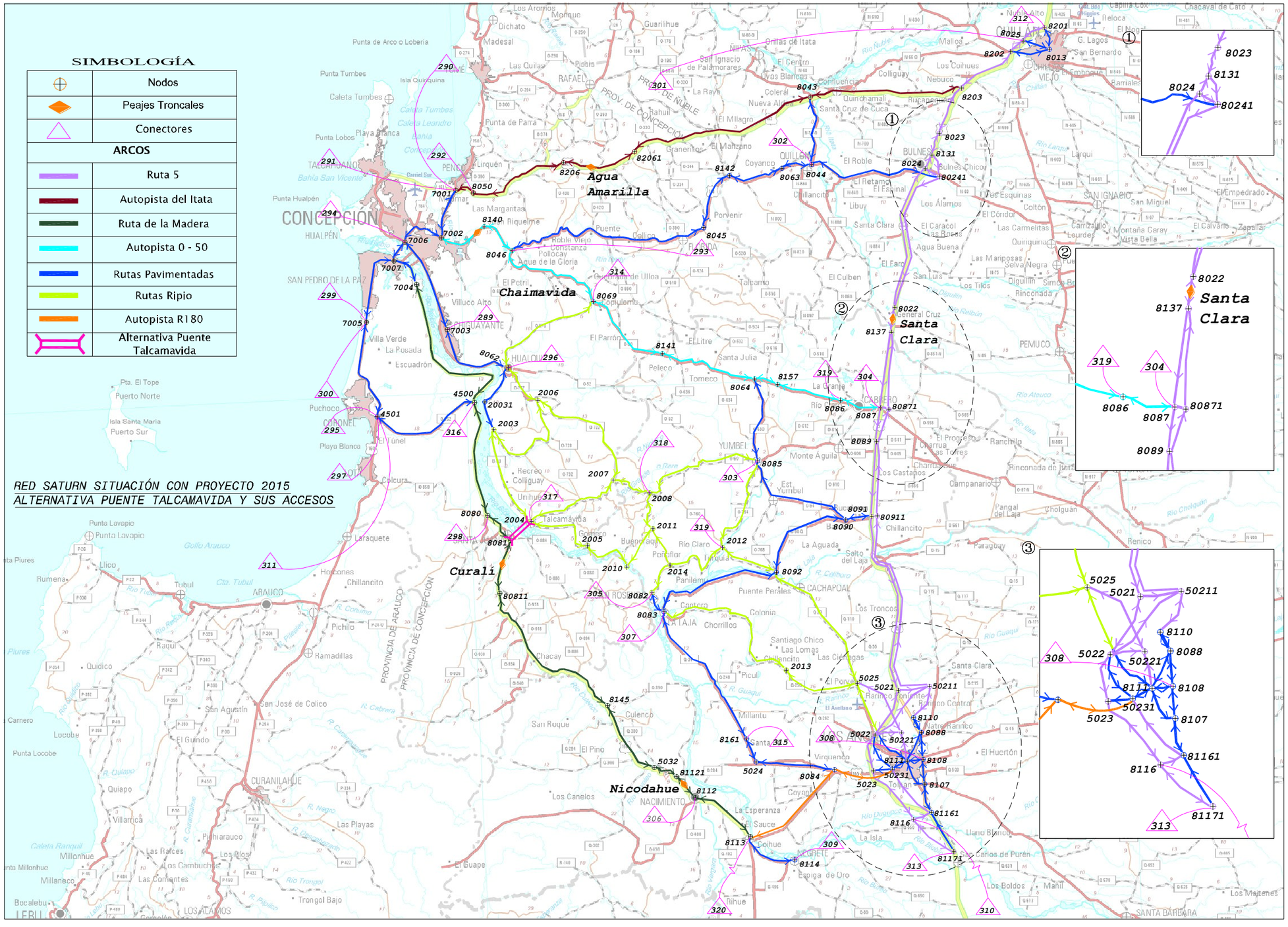


Figura Nº 5.25 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y Corredor 2015

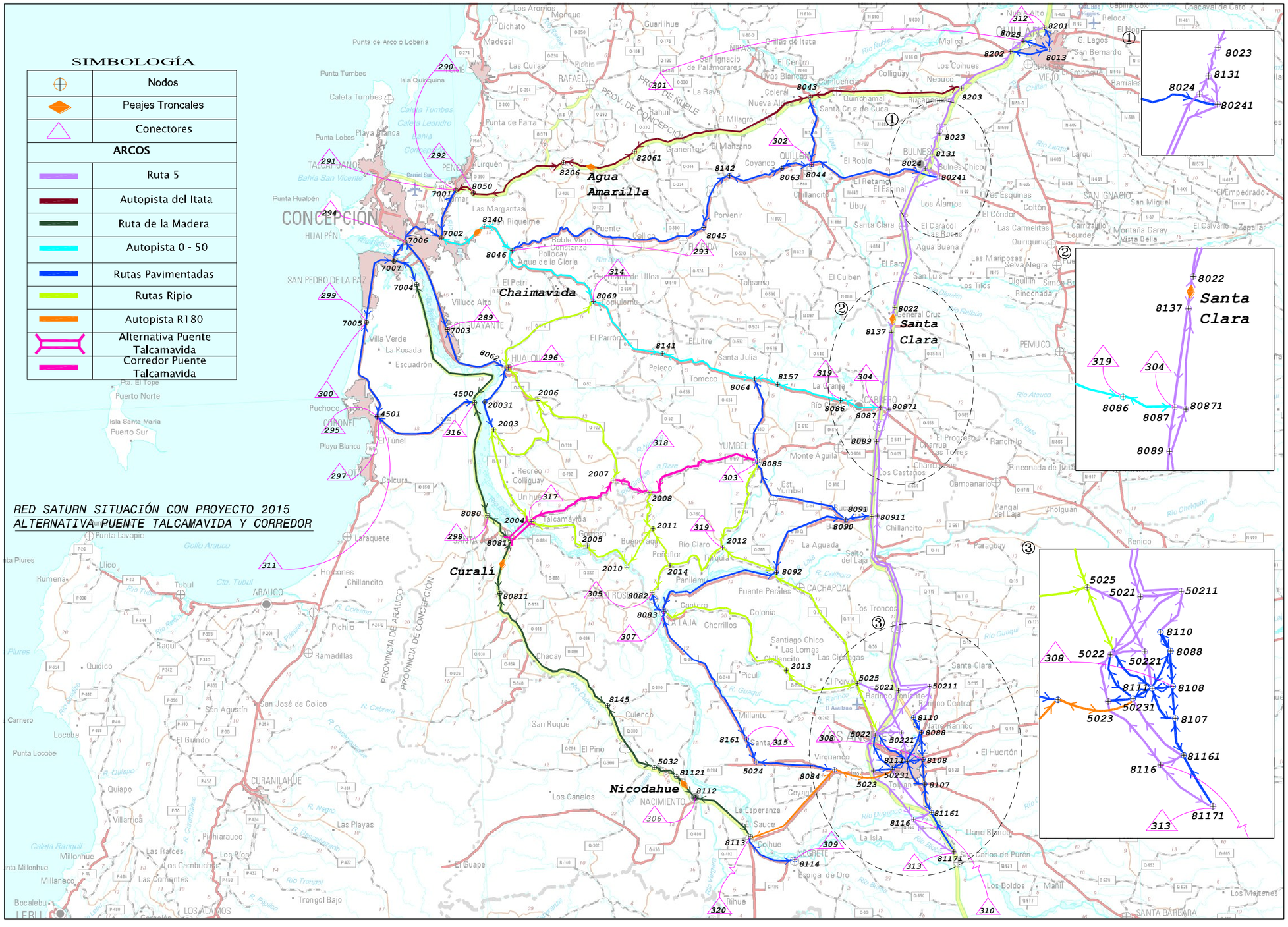


Figura Nº 5.26 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y sus Accesos 2015

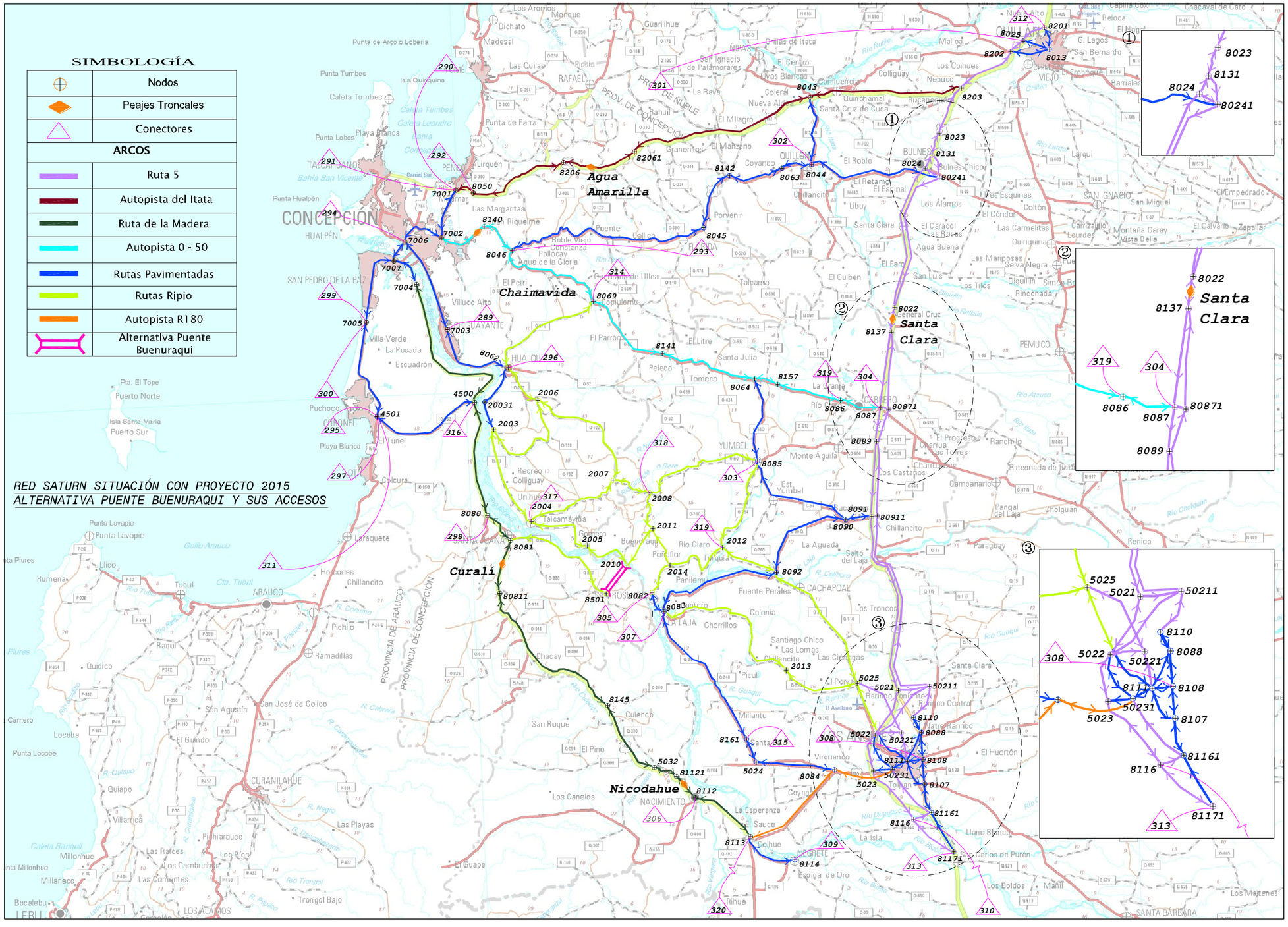


Figura Nº 5.27 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y Corredor 2015

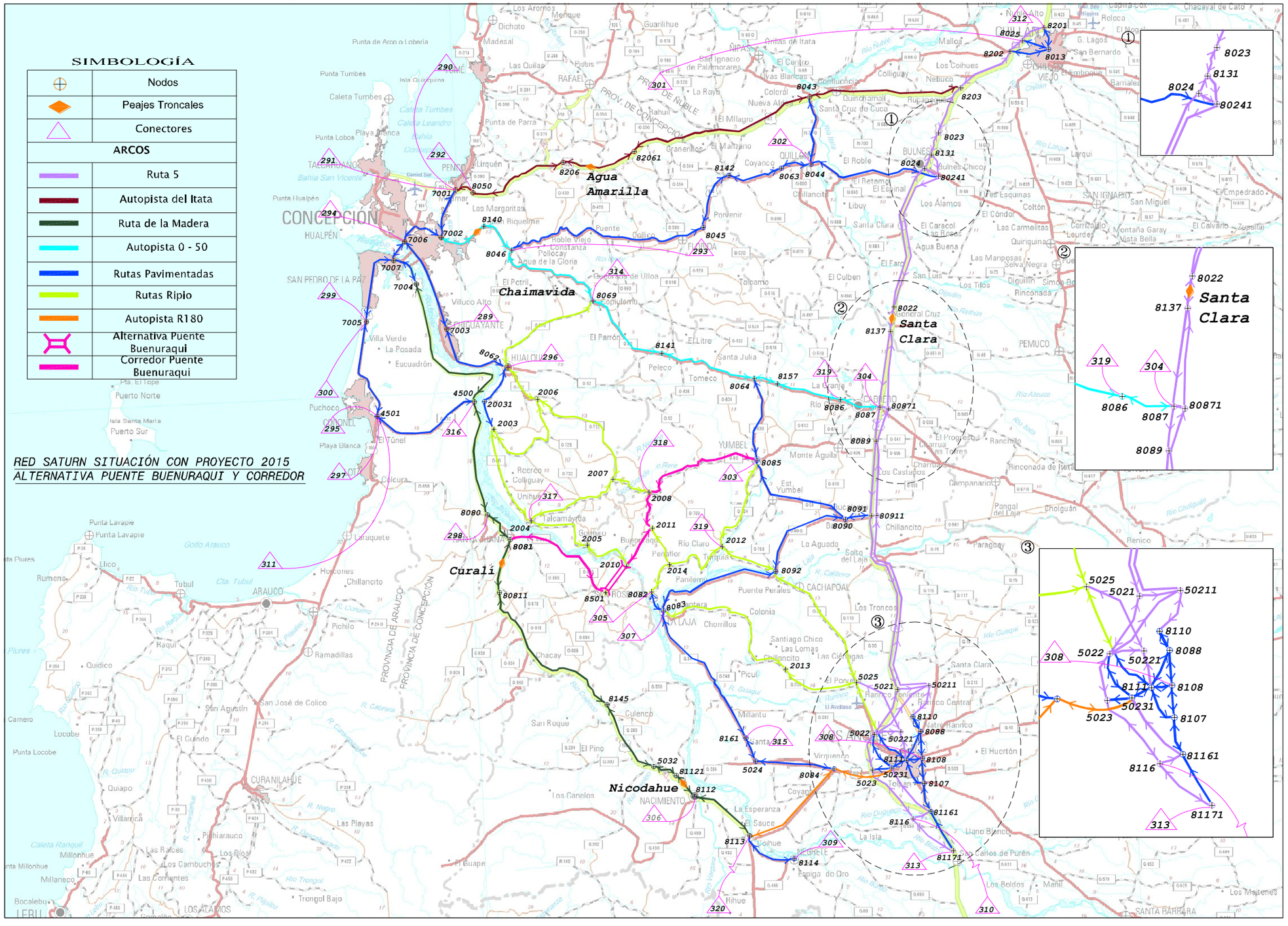


Figura Nº 5.28 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y sus Accesos 2015

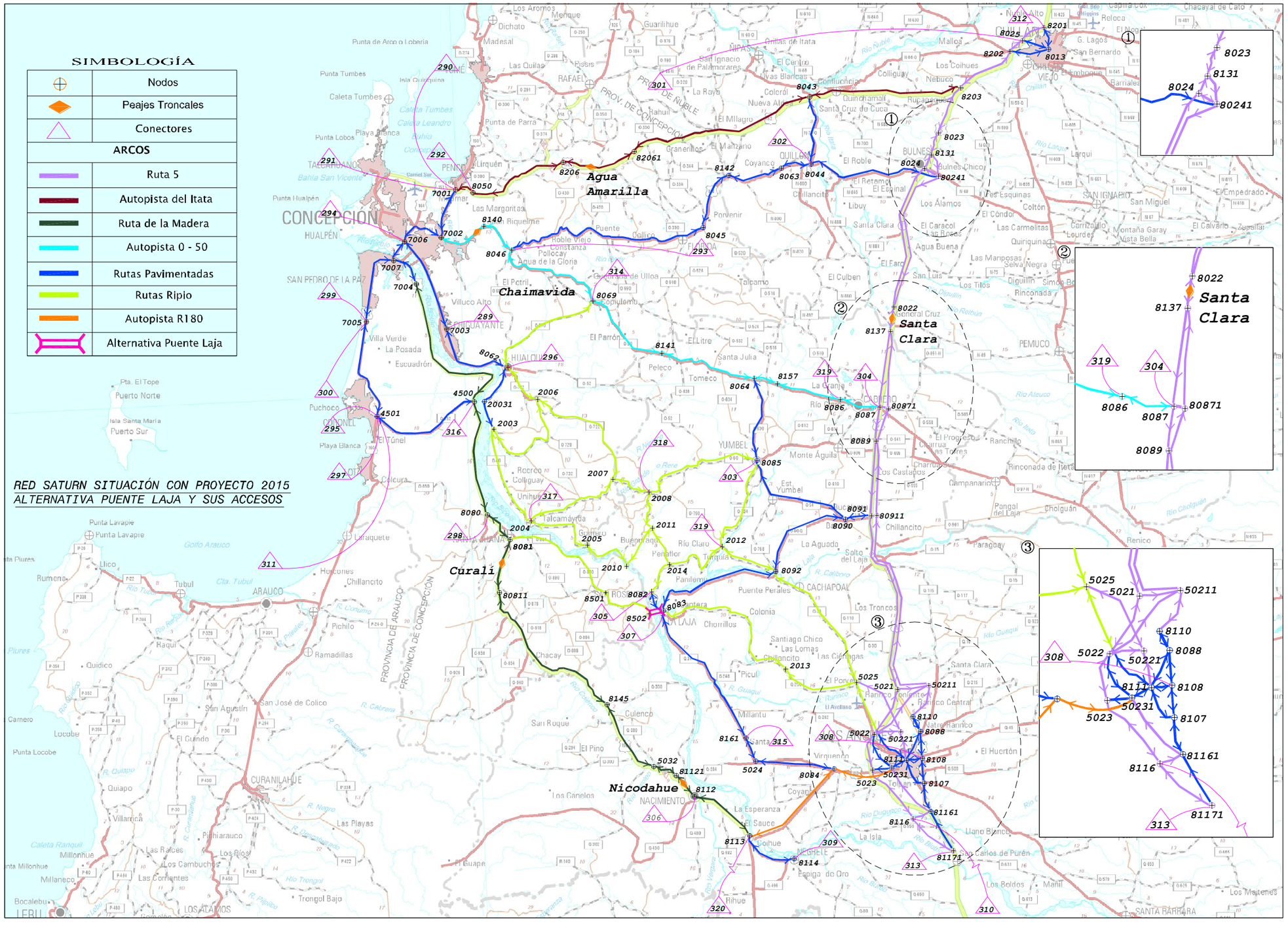


Figura Nº 5.29 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y Corredor 2015

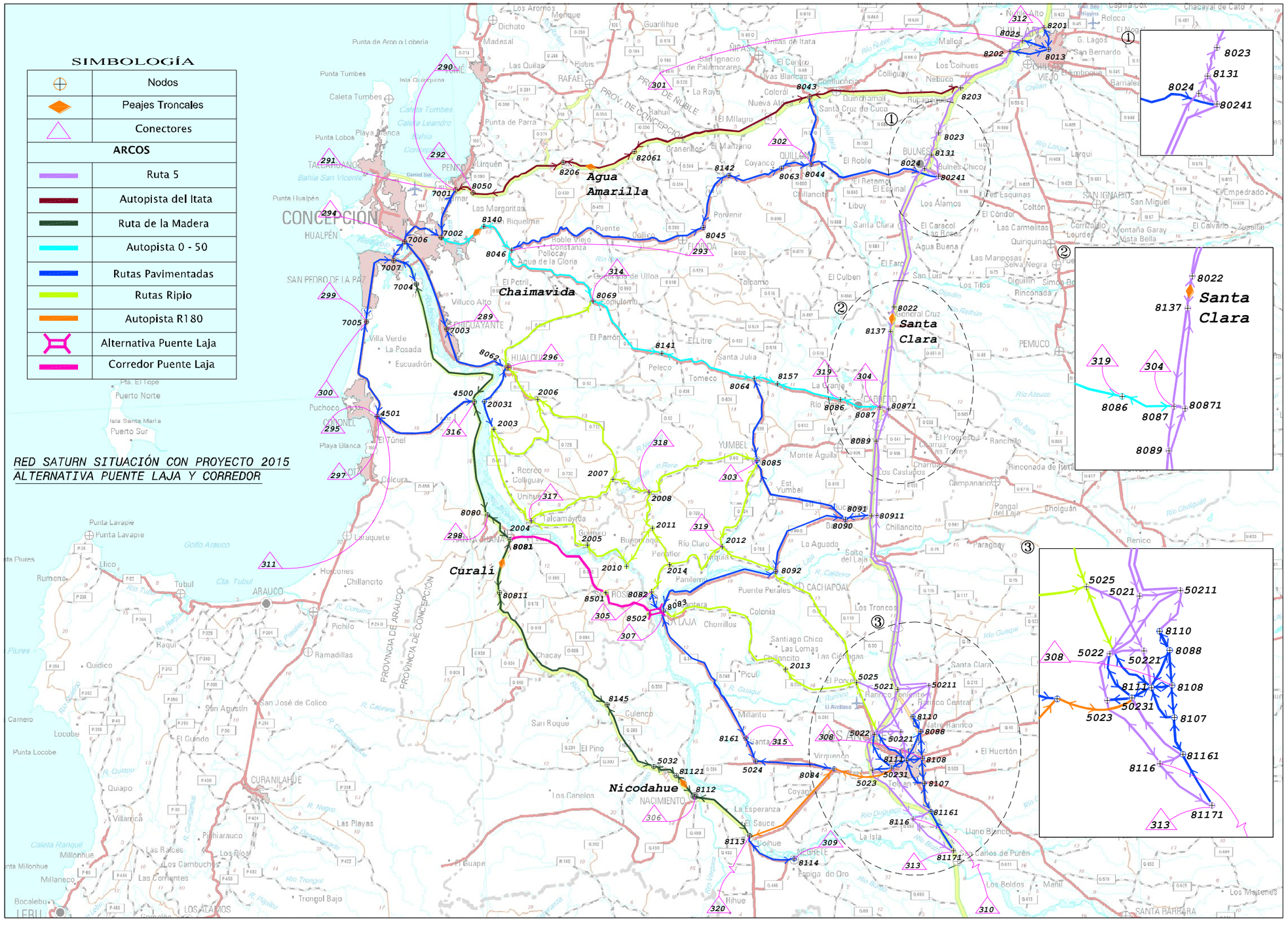


Figura Nº 5.30 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y sus Accesos 2025

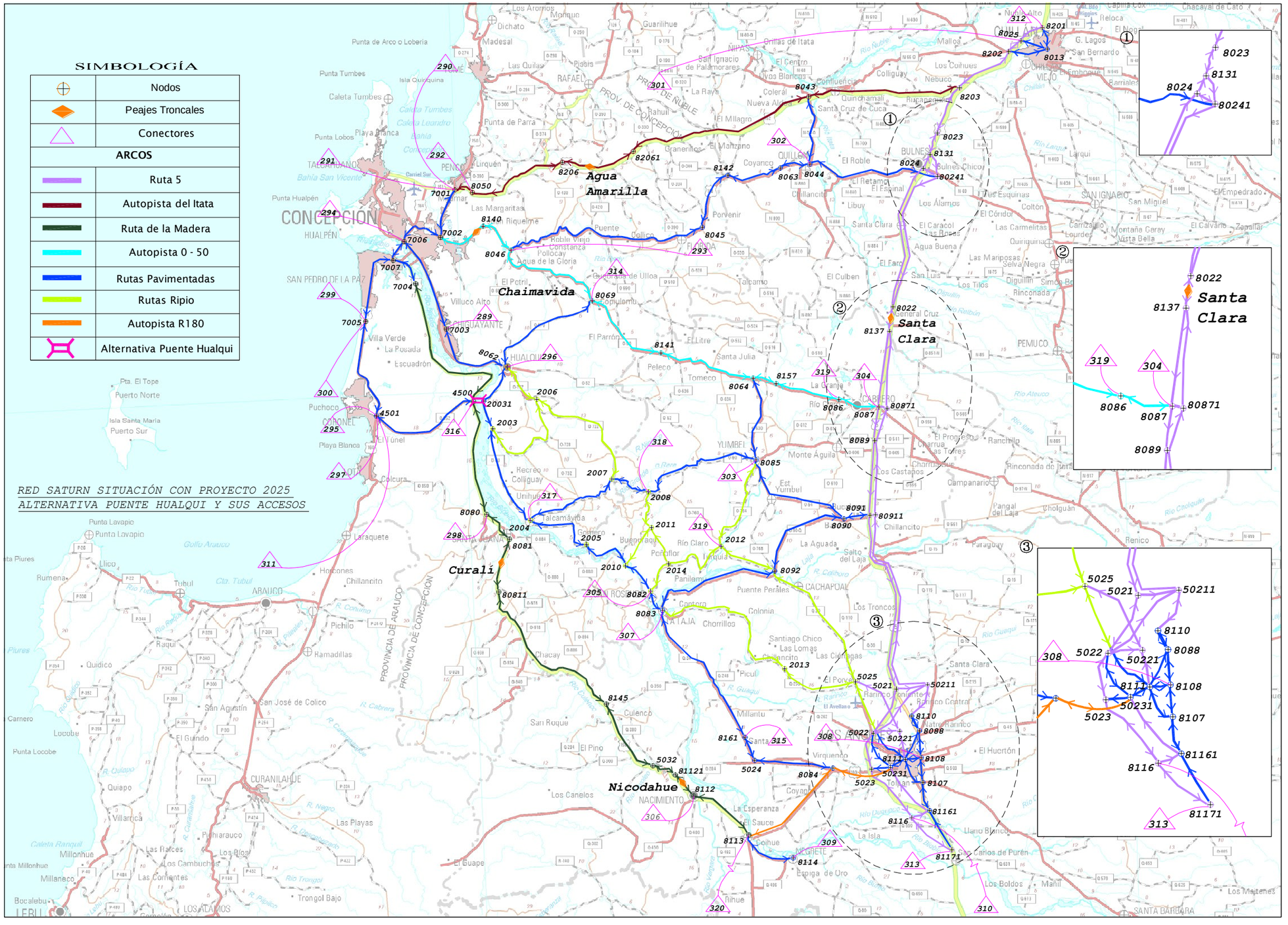


Figura Nº 5.31 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Hualqui y Corredor 2025

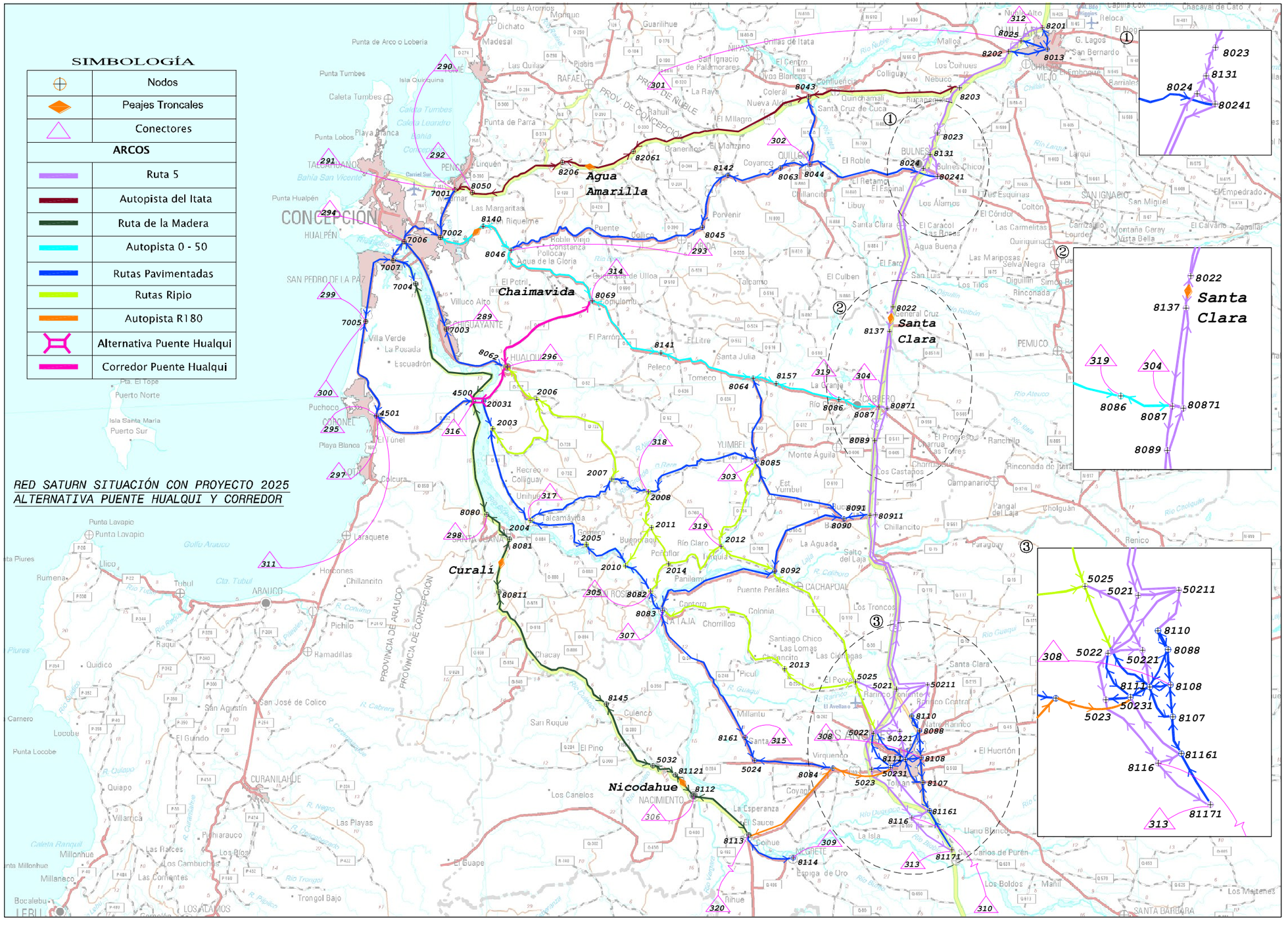


Figura Nº 5.32 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y sus Accesos 2025

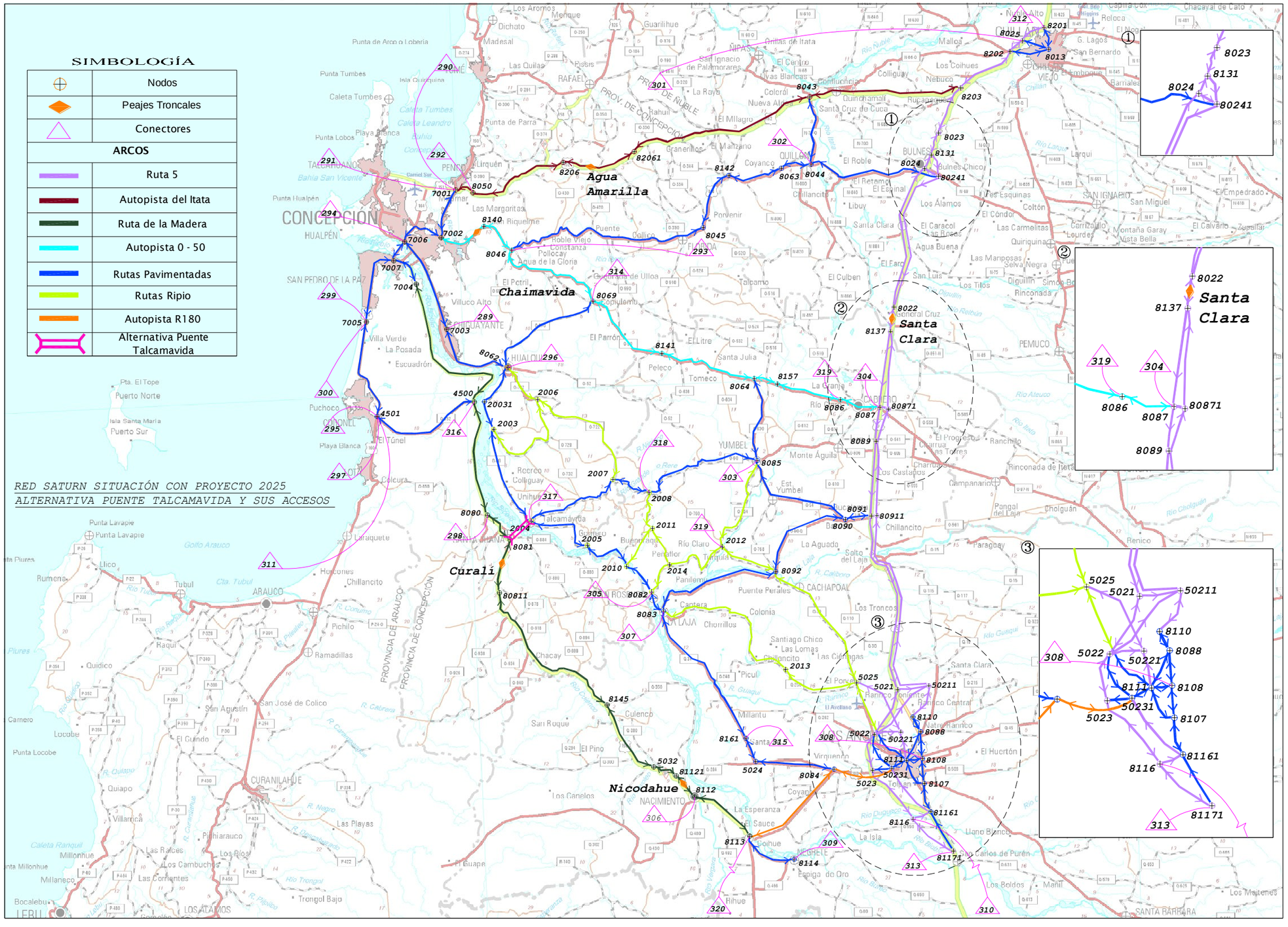


Figura Nº 5.33 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Santa Juana y Corredor 2025

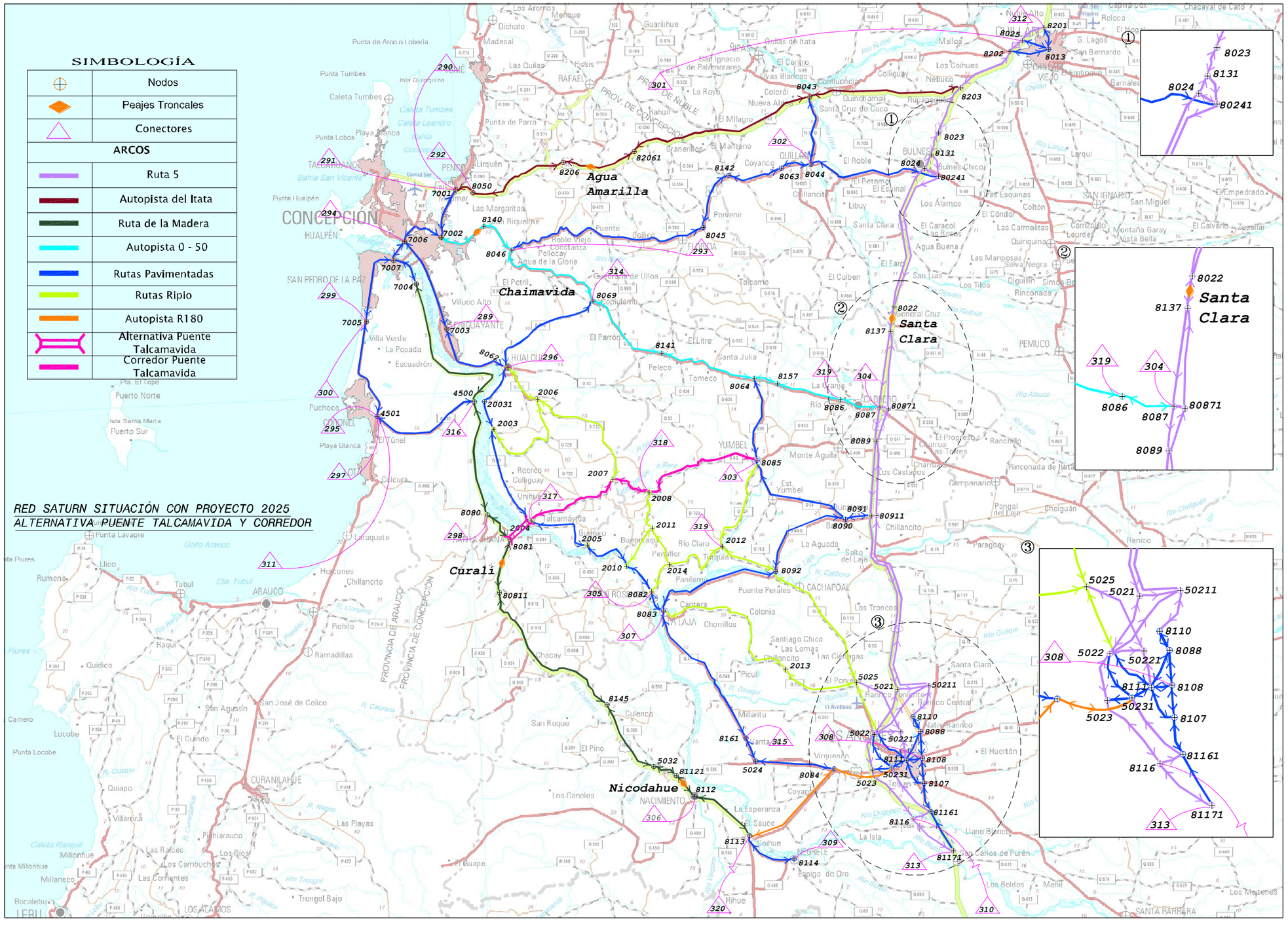

SIMBOLOGÍA
Nodos
Peajes Troncales
Conectores
ARCOS
Ruta 5
Autopista del Itata
Ruta de la Madera
Autopista 0 - 50
Rutas Pavimentadas
Rutas Ripio
Autopista R180
Alternativa Puente Talcamavida
Corredor Puente Talcamavida
RED SATURN SITUACIÓN CON PROYECTO 2025
ALTERNATIVA PUENTE TALCAMAVIDA Y CORREDOR
Agua Amarilla
Chaimavida
Santa Clara
Curalí
Nicodahue
CONCEPCIÓN
CHIGUAYANTE
HUALQUI
TALCAMAVIDA
CURANILAHUE
LEBU
ARAUCO
CORONEL
LOTA
SAN PEDRO DE LA PAZ
HUALPÉN
TALCAHUANO
PENCO
SAN ROSENDO
YUMBEL
CABRERO
PEMUCO
NACIMIENTO
MULCHÉN
LOS ANGELES
SANTA BÁRBARA
Bahía San Vicente
Golfo Arauco
Isla Santa María
Puerto Norte
Puerto Sur
Río Biobío
Río Laja
Río Duqueco
Río Vergara
Río Bureo
Río Ñuble
Río Itata
Río Chillán
Río Claro
Río Cholguán
Río Ranquil
Río Trongol
Río Tubul
Río Lebu
Río Quiapo
Río Curanilahue
Río Carampangue
Río Quidico
Río Cayucupil
Río Pilpilco
Río Polcura
Río Huenchullami
Río Diguillín
Río Ñuble Alto
Río Lirquén
Río Ranquilco
Río Cholguán

Figura Nº 5.34 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y sus Accesos 2025

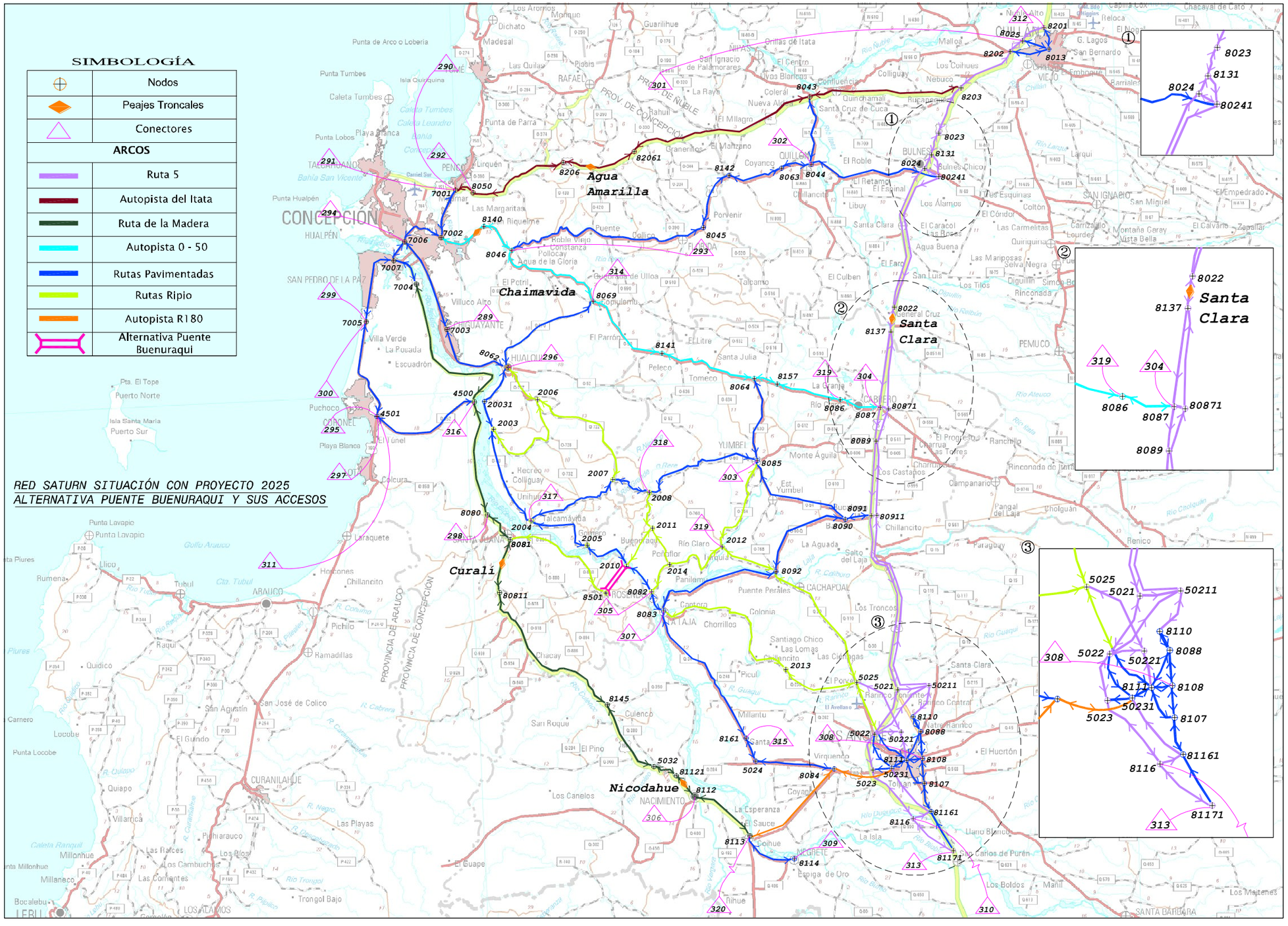


Figura Nº 5.35 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Buenuraqui y Corredor 2025

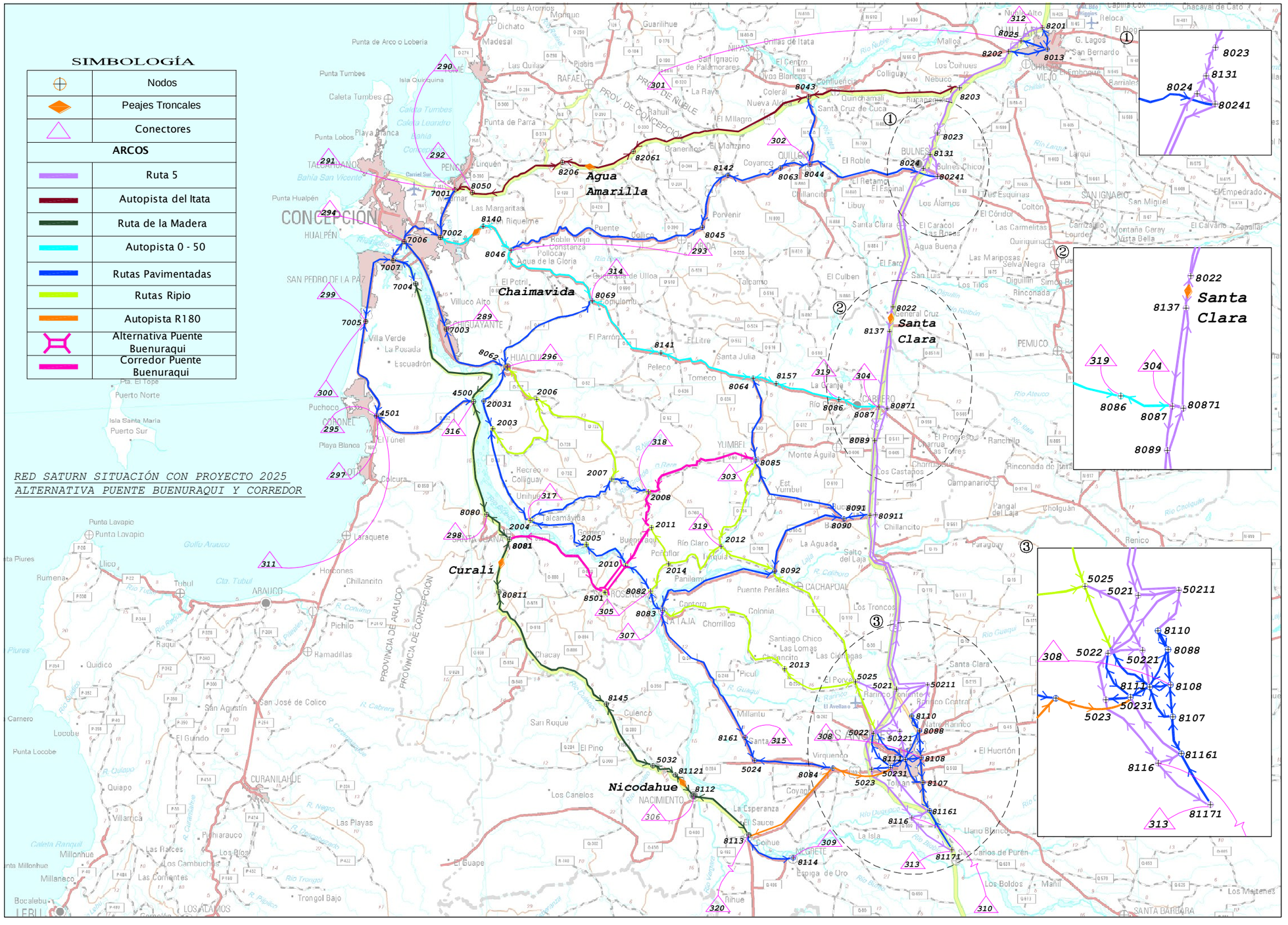


Figura Nº 5.36 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y sus Accesos 2025

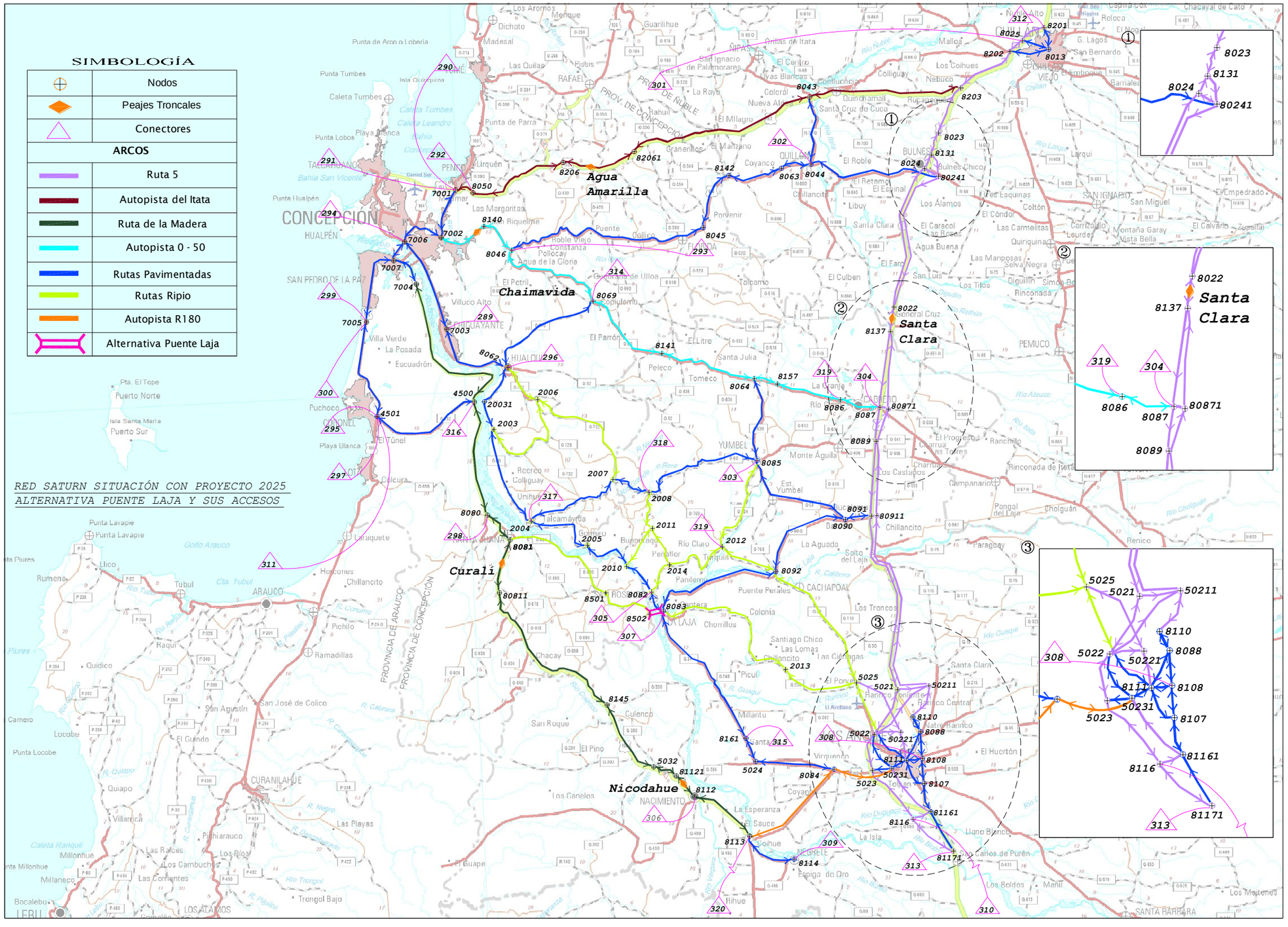
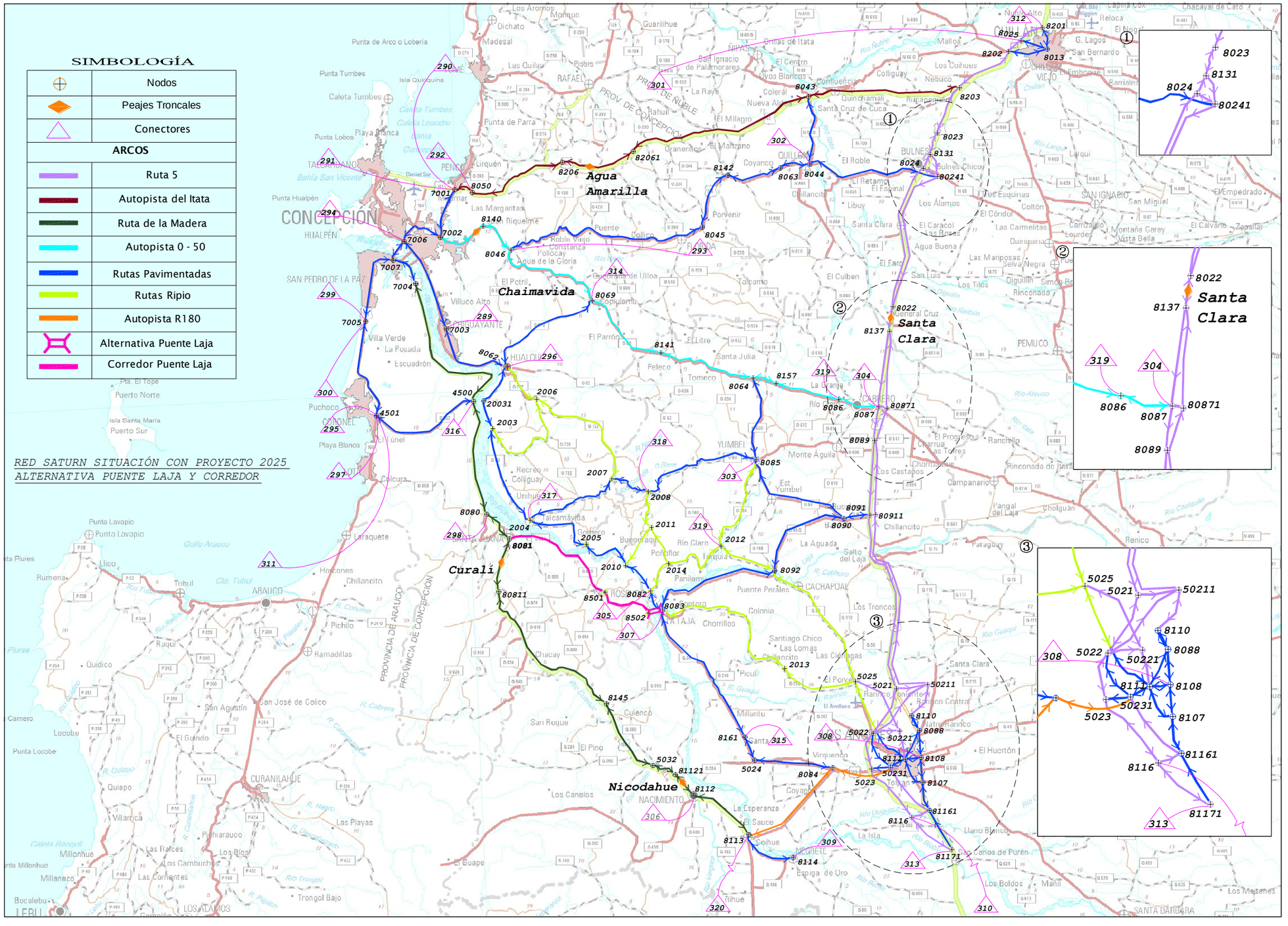


Figura Nº 5.37 : Red de Modelación SATURN Con Proyecto Alternativa Laja y Corredor 2025



5.5.4 Estimación de Beneficios al Tránsito Normal

Los beneficios de un proyecto son determinados a partir de la diferencia de consumos de recursos entre la situación base y con proyecto. Las fuentes de beneficios provienen del ahorro por tiempo de viaje, el ahorro de consumo de combustible de los vehículos y la disminución de otros costos de operación de éstos.

El cálculo de los costos antes citados, a precios sociales, se efectúa a partir de las salidas del modelo Saturn en donde se entrega para cada arco modelado los siguientes indicadores: tiempo de viaje y flujo.

Por otra parte, con las características de cada arco se determinan, mediante COPER, los otros costos de operación asociados a este.

A continuación, en se presenta el cálculo de los consumos del tránsito normal para los cortes temporales 2015 y 2025, así como por tipo de vehículo y períodos analizado.

Cuadro Nº 5.39 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2015

Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2015	Vehículo Liviano	Base	E0	472,5	3.086.413
		Pte Hualqui	E11	470,5	3.077.664
		Pte Hualqui + Corredor	E12	464,7	3.061.635
		Pte Talcamavida Norte	E211	471,7	3.080.643
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	464,6	3.066.411
		Pte Talcamavida Sur	E221	471,7	3.080.914
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	464,7	3.067.032
		Pte Buenuraqui	E31	471,9	3.081.080
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	466,4	3.068.710
		Pte Laja Norte	E411	471,7	3.079.913
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	469,5	3.066.153
		Pte Laja Sur	E421	471,7	3.080.222
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	469,7	3.068.133

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.40 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2015

Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2015	Camión de Dos Ejes	Base	E0	62,4	776.293
		Pte Hualqui	E11	62,4	775.569
		Pte Hualqui + Corredor	E12	60,9	766.582
		Pte Talcamavida Norte	E211	62,4	775.434
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	61,4	769.730
		Pte Talcamavida Sur	E221	62,4	775.481
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	61,5	769.870
		Pte Buenuraqui	E31	62,4	775.439
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	61,5	771.376
		Pte Laja Norte	E411	62,6	774.018
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	61,7	768.555
		Pte Laja Sur	E421	62,7	774.687
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	61,7	769.223

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.41 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2015

Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2015	Camión Más de Dos Ejes	Base	E0	292,0	7.463.041
		Pte Hualqui	E11	290,2	7.402.608
		Pte Hualqui + Corredor	E12	281,3	7.301.916
		Pte Talcamavida Norte	E211	292,7	7.455.689
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	291,2	7.456.086
		Pte Talcamavida Sur	E221	291,6	7.457.183
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	291,3	7.458.597
		Pte Buenuraqui	E31	292,7	7.457.033
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	291,0	7.446.846
		Pte Laja Norte	E411	291,6	7.435.001
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	289,2	7.411.557
		Pte Laja Sur	E421	291,8	7.439.838
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	289,4	7.416.856

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.42 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2025

Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2025	Vehículo Liviano	Base	E0	608,5	7.450.572
		Pte Hualqui	E11	601,5	7.396.280
		Pte Hualqui + Corredor	E12	600,1	7.376.838
		Pte Talcamavida Norte	E211	603,1	7.422.598
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	602,3	7.411.651
		Pte Talcamavida Sur	E221	603,5	7.426.455
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	602,6	7.415.508
		Pte Buenuraqui	E31	608,5	7.434.105
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	605,1	7.418.141
		Pte Laja Norte	E411	608,0	7.445.952
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	605,5	7.418.721
		Pte Laja Sur	E421	608,1	7.446.262
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	605,8	7.422.942

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.43 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2025

Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2025	Camión de Dos Ejes	Base	E0	82,5	1.431.963
		Pte Hualqui	E11	80,1	1.411.913
		Pte Hualqui + Corredor	E12	79,9	1.399.083
		Pte Talcamavida Norte	E211	81,4	1.422.201
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	81,3	1.420.939
		Pte Talcamavida Sur	E221	81,7	1.422.762
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	81,6	1.421.500
		Pte Buenuraqui	E31	82,4	1.427.276
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	81,7	1.423.076
		Pte Laja Norte	E411	82,8	1.428.913
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	81,9	1.422.728
		Pte Laja Sur	E421	82,8	1.429.856
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	81,9	1.423.732

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.44 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2025

Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2025	Camión Más de Dos Ejes	Base	E0	400,5	12.031.627
		Pte Hualqui	E11	383,7	11.788.900
		Pte Hualqui + Corredor	E12	381,8	11.737.793
		Pte Talcamavida Norte	E211	397,5	11.972.314
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	397,5	11.972.314
		Pte Talcamavida Sur	E221	397,7	11.978.487
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	397,7	11.978.487
		Pte Buenuraqui	E31	399,7	11.993.020
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	398,3	11.976.861
		Pte Laja Norte	E411	400,7	11.997.437
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	397,9	11.963.982
		Pte Laja Sur	E421	400,9	12.003.892
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	398,1	11.971.540

Fuente: Elaboración propia.

Establecidos los consumos a nivel horario por tipo de vehiculo, se procede a expandirlos al año, utilizando como factores el número de horas del año de cada período. La representatividad utilizada se resume en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.45 : Extensión de la Periodización

Tipo de Vehículo	Total 12 Hr/Año	Factor 12 a 24	Factor Verano	Total Año
VLIV	4380	134%	102,7%	6004
C2E	4380	118%	102,7%	5308
C3E	4380	154%	102,7%	6930

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en los cuadros siguientes se presentan los costos anuales por tipo de vehículo obtenido de SATURN, valorizados en $ de Diciembre del 2008, tanto para la situación base como para las alternativas.

Cuadro Nº 5.46 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2015

				Consumos		Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2015	Vehículo Liviano	Base	E0	13.460.317	13.880.447				
		Pte Hualqui	E11	13.403.858	13.841.102	56.459	39.345	75.378	52.528
		Pte Hualqui + Corredor	E12	13.238.797	13.769.011	221.521	111.435	295.748	148.775
		Pte Talcamavida Norte	E211	13.438.961	13.854.497	21.356	25.950	28.512	34.645
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	13.236.528	13.790.491	223.789	89.956	298.777	120.099
		Pte Talcamavida Sur	E221	13.439.913	13.855.715	20.405	24.731	27.242	33.018
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	13.238.710	13.793.285	221.608	87.162	295.864	116.368
		Pte Buenuraqui	E31	13.445.443	13.856.463	14.874	23.983	19.858	32.020
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	13.288.039	13.800.831	172.279	79.615	230.006	106.293
		Pte Laja Norte	E411	13.438.896	13.851.214	21.421	29.232	28.599	39.027
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	13.374.753	13.789.333	85.565	91.114	114.236	121.644
		Pte Laja Sur	E421	13.440.120	13.852.605	20.198	27.842	26.966	37.171
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	13.382.591	13.798.237	77.726	82.209	103.771	109.756

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.47 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2025

						Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2015	Camión de Dos Ejes	Base	E0	1.204.542	3.491.202				
		Pte Hualqui	E11	1.204.441	3.487.945	101	3.257	119	3.844
		Pte Hualqui + Corredor	E12	1.174.760	3.447.531	29.781	43.672	35.151	51.546
		Pte Talcamavida Norte	E211	1.203.655	3.487.340	887	3.862	1.046	4.558
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	1.185.801	3.461.687	18.741	29.515	22.120	34.837
		Pte Talcamavida Sur	E221	1.203.713	3.487.550	829	3.652	978	4.311
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	1.186.462	3.462.316	18.080	28.886	21.340	34.095
		Pte Buenuraqui	E31	1.203.640	3.487.362	902	3.840	1.065	4.532
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	1.187.896	3.469.091	16.645	22.112	19.646	26.098
		Pte Laja Norte	E411	1.208.603	3.480.973	-4.062	10.229	-4.794	12.073
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	1.190.850	3.456.403	13.692	34.800	16.160	41.074
		Pte Laja Sur	E421	1.209.581	3.483.979	-5.039	7.224	-5.948	8.526
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	1.191.828	3.459.408	12.714	31.794	15.006	37.527

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.48 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2015

						Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2015	Camión Más de Dos Ejes	Base	E0	5.637.164	33.563.344				
		Pte Hualqui	E11	5.601.323	33.291.561	35.840	271.783	55.231	418.824
		Pte Hualqui + Corredor	E12	5.428.889	32.838.720	208.274	724.625	320.956	1.116.663
		Pte Talcamavida Norte	E211	5.650.558	33.530.280	-13.394	33.064	-20.641	50.952
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	5.620.681	33.532.064	16.482	31.281	25.400	48.204
		Pte Talcamavida Sur	E221	5.628.699	33.537.001	8.465	26.343	13.044	40.595
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	5.622.157	33.543.358	15.007	19.986	23.126	30.799
		Pte Buenuraqui	E31	5.650.326	33.536.323	-13.162	27.022	-20.283	41.641
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	5.617.063	33.490.509	20.101	72.836	30.976	112.241
		Pte Laja Norte	E411	5.628.263	33.437.243	8.901	126.102	13.717	194.326
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	5.581.748	33.331.806	55.416	231.538	85.397	356.806
		Pte Laja Sur	E421	5.631.727	33.458.992	5.437	104.352	8.378	160.809
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	5.585.544	33.355.638	51.619	207.706	79.547	320.080

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.49 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2025

				Consumos		Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2025	Vehículo Liviano	Base	E0	17.337.436	33.507.269				
		Pte Hualqui	E11	17.137.209	33.263.099	200.227	244.169	267.319	325.986
		Pte Hualqui + Corredor	E12	17.097.926	33.175.666	239.510	331.602	319.765	442.716
		Pte Talcamavida Norte	E211	17.183.389	33.381.463	154.047	125.806	205.665	167.961
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	17.159.072	33.332.227	178.363	175.041	238.130	233.695
		Pte Talcamavida Sur	E221	17.192.510	33.398.808	144.926	108.460	193.487	144.803
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	17.168.194	33.349.573	169.242	157.696	225.952	210.537
		Pte Buenuraqui	E31	17.335.845	33.433.211	1.591	74.058	2.124	98.873
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	17.240.277	33.361.415	97.159	145.853	129.715	194.726
		Pte Laja Norte	E411	17.323.442	33.486.491	13.993	20.778	18.682	27.740
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	17.250.401	33.364.026	87.034	143.242	116.198	191.240
		Pte Laja Sur	E421	17.324.082	33.487.885	13.353	19.384	17.828	25.879
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	17.259.118	33.383.009	78.318	124.259	104.561	165.896

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.50 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2015

						Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2025	Camión de Dos Ejes	Base	E0	1.592.403	6.439.929				
		Pte Hualqui	E11	1.545.385	6.349.762	47.018	90.167	55.495	106.424
		Pte Hualqui + Corredor	E12	1.541.608	6.292.061	50.795	147.867	59.953	174.527
		Pte Talcamavida Norte	E211	1.571.473	6.396.029	20.930	43.900	24.703	51.815
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	1.570.049	6.390.353	22.354	49.575	26.384	58.513
		Pte Talcamavida Sur	E221	1.577.174	6.398.551	15.228	41.377	17.974	48.838
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	1.575.750	6.392.876	16.652	47.053	19.655	55.536
		Pte Buenuraqui	E31	1.590.558	6.418.851	1.844	21.077	2.177	24.878
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	1.577.872	6.399.965	14.531	39.963	17.151	47.169
		Pte Laja Norte	E411	1.597.397	6.426.214	-4.995	13.714	-5.896	16.187
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	1.579.985	6.398.400	12.417	41.529	14.656	49.016
		Pte Laja Sur	E421	1.598.365	6.430.454	-5.963	9.474	-7.038	11.182
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	1.581.015	6.402.913	11.387	37.016	13.440	43.690

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.51 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2025

						Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2025	Camión Más de Dos Ejes	Base	E0	7.730.292	54.109.530				
		Pte Hualqui	E11	7.406.492	53.017.918	323.800	1.091.612	498.983	1.682.199
		Pte Hualqui + Corredor	E12	7.370.379	52.788.079	359.912	1.321.451	554.633	2.036.386
		Pte Talcamavida Norte	E211	7.672.466	53.842.784	57.825	266.746	89.110	411.061
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	7.672.466	53.842.784	57.825	266.746	89.110	411.061
		Pte Talcamavida Sur	E221	7.675.594	53.870.544	54.698	238.986	84.291	368.283
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	7.675.594	53.870.544	54.698	238.986	84.291	368.283
		Pte Buenuraqui	E31	7.715.236	53.935.901	15.055	173.629	23.201	267.566
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	7.687.539	53.863.230	42.752	246.300	65.882	379.554
		Pte Laja Norte	E411	7.733.975	53.955.766	-3.684	153.764	-5.677	236.953
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	7.680.509	53.805.311	49.783	304.219	76.716	468.808
		Pte Laja Sur	E421	7.737.861	53.984.799	-7.569	124.731	-11.665	192.213
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	7.685.058	53.839.301	45.234	270.229	69.706	416.429

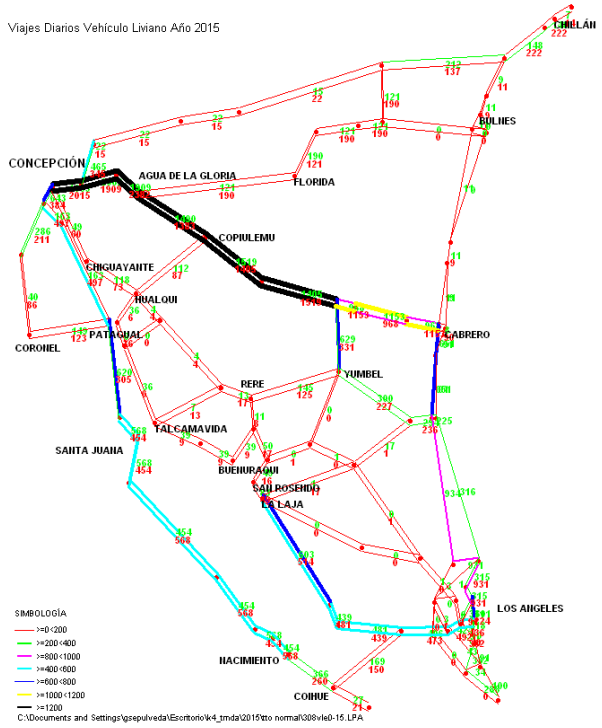
Fuente: Elaboración propia.

5.5.5 Obtención TMDA por Alternativa

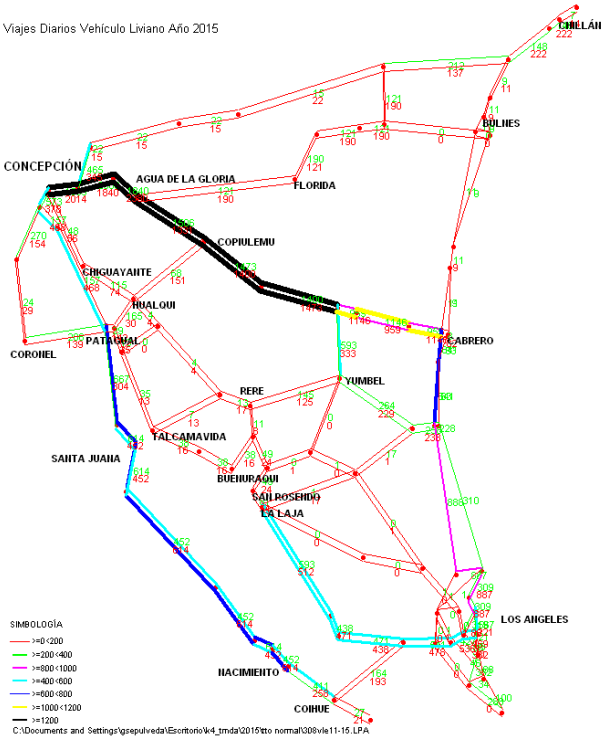
En la siguiente figura se presenta la asignación del Tránsito Normal para Vehículo Liviano para el corte 2015 en la situación base (E0) y las distintas alternativas analizadas.

Figura Nº 5.38 : Asignación Tránsito Normal 2015 Vehículo Liviano

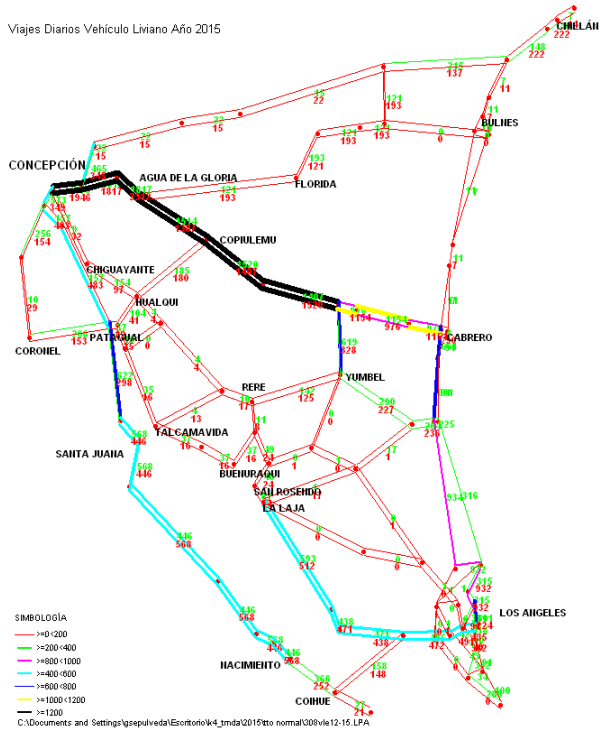
E0



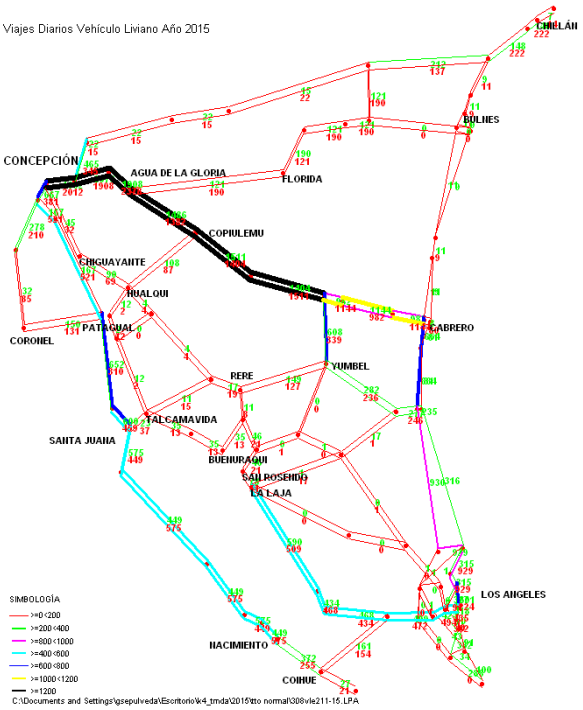
E11



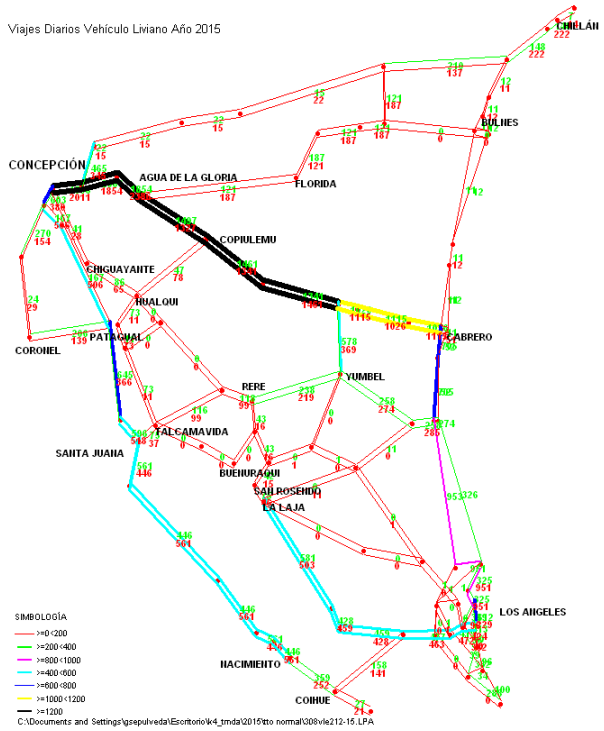
E12



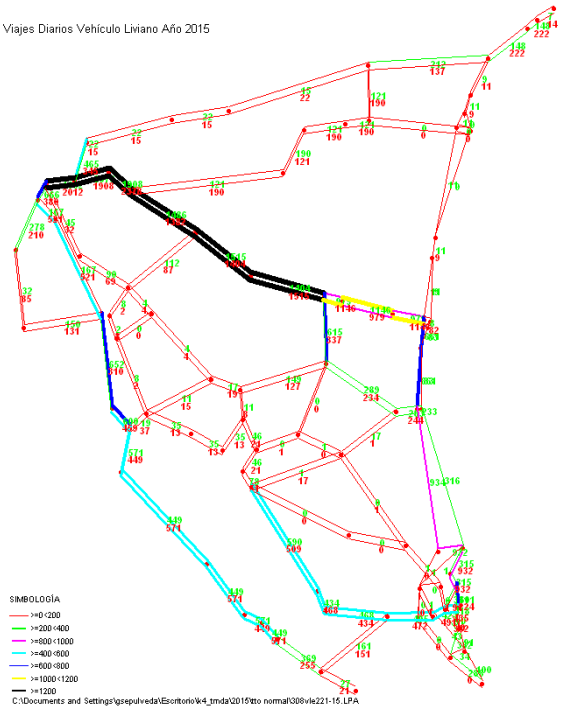
E211



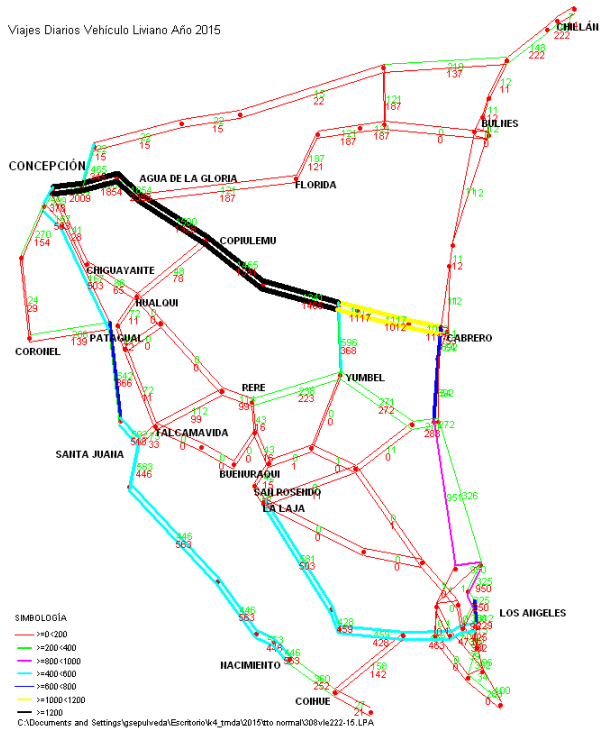
E212



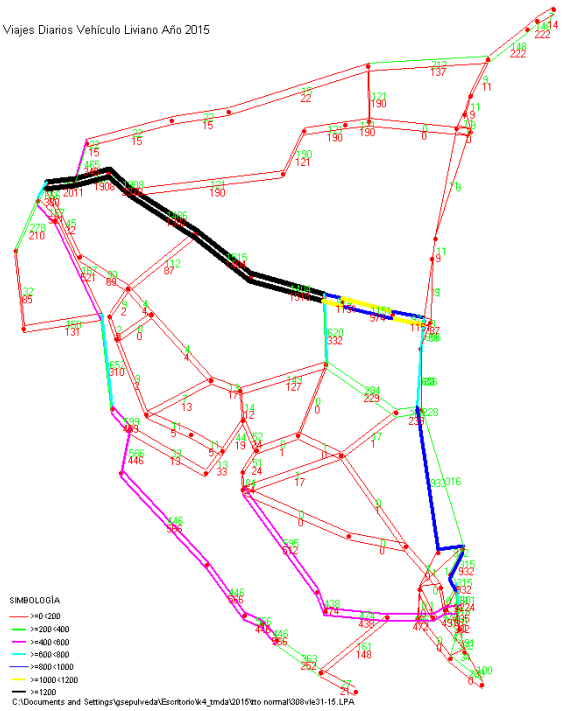
E221



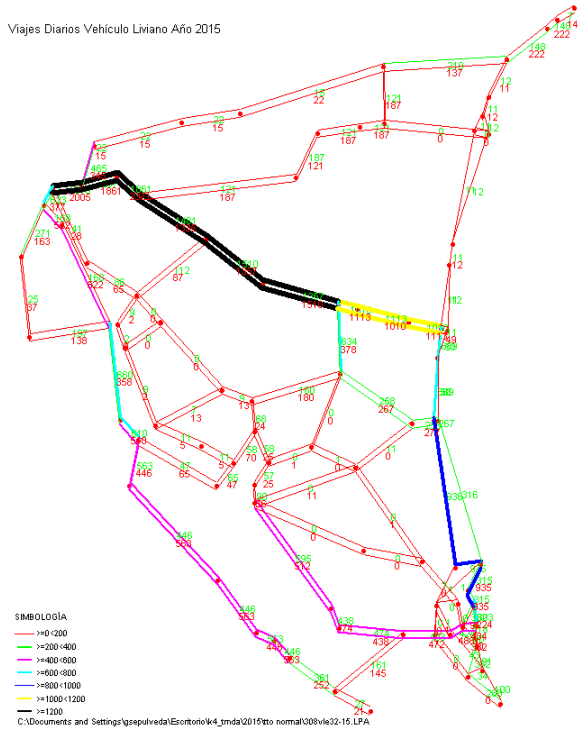
E222



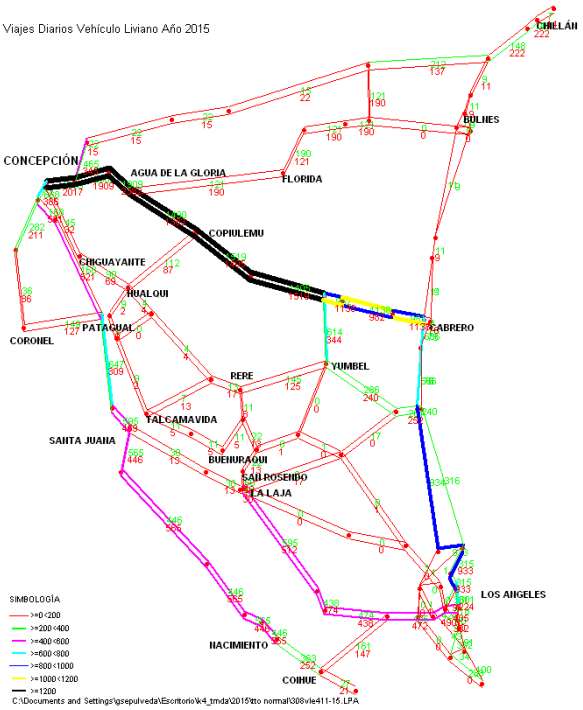
E31



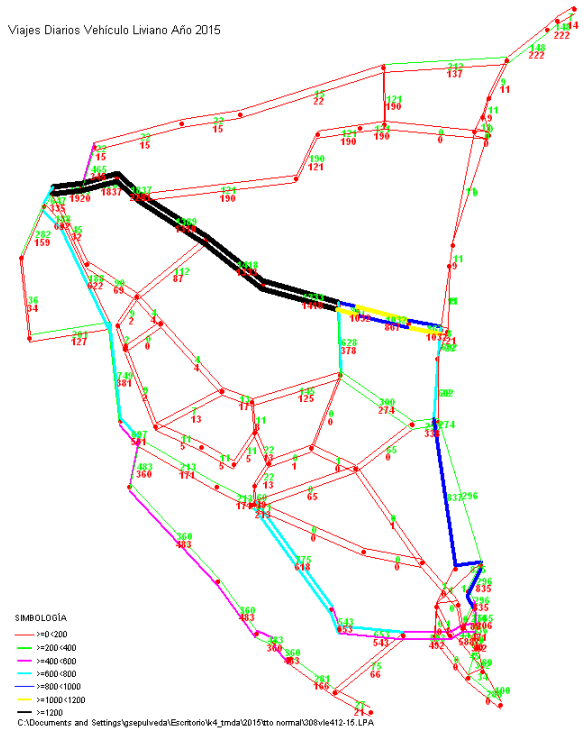
E32



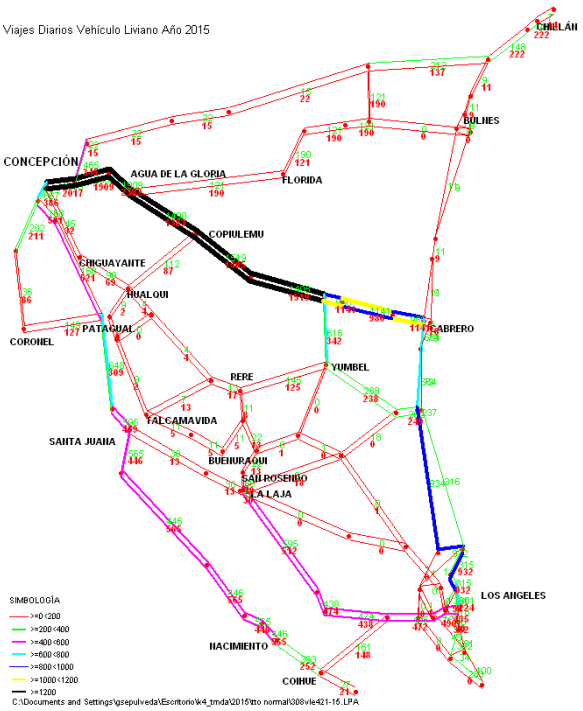
E411



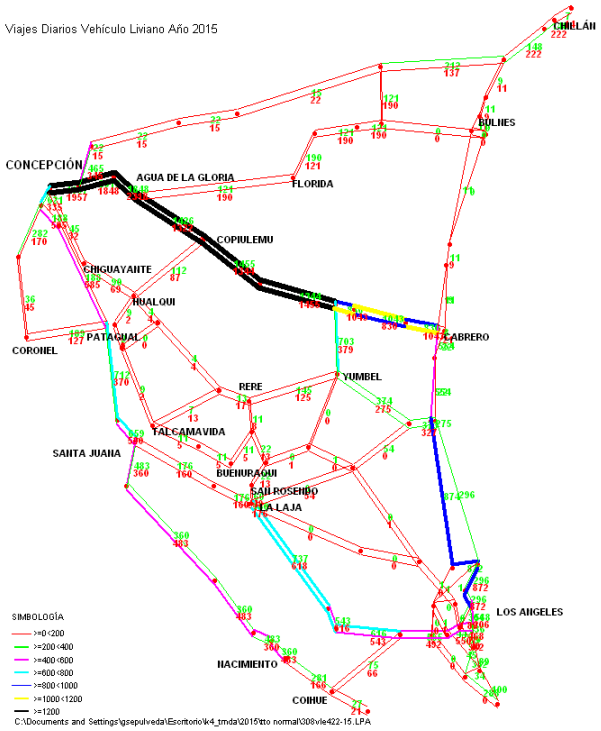
E412



E421



E422



Fuente y Elaboración: Propia

5.6 Estimación de Demanda Generada

5.6.1 Estimación Tránsito Generado

La estimación del tránsito generado, al igual que el tránsito normal se determina a partir de la matriz de costos percibido por el usuario entre los distintos pares origen-destino para las alternativas planteadas.

Así, para la proyección de la demanda se utilizará la expresión:

$$T_{ij}^{\ n} = T_{ij}^{\ o} * f^{N} * \frac{P_i^{n} P_j^{n}}{P_i^{o} P_j^{o}} * \left(\frac{C_{ij}^{\ n}}{C_{ij}^{\ o}} \right)^{\beta}$$

donde:

T_{ij}^{n}	: Matriz de Viajes Año N
T_{ij}^{o}	: Matriz de Viajes Inicial.
f^{N}	: Factor de escala (corregido) proyectado Año N.
P_j^{n}	: Población Actual zona j, Año N.
P_j^{0}	: Población Actual zona j, Año Actual.
C_{ij}^{n}	: Costos de viajar entre zona i y j en el Año N.
C_{ij}^{o}	: Costos de viajar entre zona i y j en el Año Actual.
ß	: Parámetro de Impedancia

Con:

f^N = 1.2978 para 2015
1.5391 para 2025

Los valores determinados de $\frac{P_i^n P_j^n}{P_i^o P_j^o}$ corresponden a los reportados a continuación:

Cuadro Nº 5.52 : Factor de Población 2015

2008-2015			GC	Coronel	Patagual	Hualqui	Sta Juana	Rere	Copiulemu	Yumbel	Laja	Norte	Sur	VIII Costa	Florida	Cabrero	Nacimiento
		2008	648.396	189.904	735	21.610	13.280	2.316	460	18.235	24.842	202.898	221.600	78.699	9.911	29.112	35.111
	2008	2015	682.302	199.352	762	23.852	13.583	2.402	477	17.961	22.946	215.165	240.452	76.220	9.553	32.050	34.723
GC	648.396	682.302	1,11	1,10	1,09	1,16	1,08	1,09	1,09	1,04	0,97	1,12	1,14	1,02	1,01	1,16	1,04
Coronel	189.904	199.352	1,10	1,10	1,09	1,16	1,07	1,09	1,09	1,03	0,97	1,11	1,14	1,02	1,01	1,16	1,04
Patagual	735	762	1,09	1,09	1,08	1,14	1,06	1,08	1,08	1,02	0,96	1,10	1,13	1,00	1,00	1,14	1,03
Hualqui	21.610	23.852	1,16	1,16	1,14	1,22	1,13	1,14	1,14	1,09	1,02	1,17	1,20	1,07	1,06	1,22	1,09
Santa Juana	13.280	13.583	1,08	1,07	1,06	1,13	1,05	1,06	1,06	1,01	0,94	1,08	1,11	0,99	0,99	1,13	1,01
Rere	2.316	2.402	1,09	1,09	1,08	1,14	1,06	1,08	1,08	1,02	0,96	1,10	1,13	1,00	1,00	1,14	1,03
Copiulemu	460	477	1,09	1,09	1,08	1,14	1,06	1,08	1,08	1,02	0,96	1,10	1,13	1,00	1,00	1,14	1,03
Yumbel	18.235	17.961	1,04	1,03	1,02	1,09	1,01	1,02	1,02	0,97	0,91	1,04	1,07	0,95	0,95	1,08	0,97
Laja	24.842	22.946	0,97	0,97	0,96	1,02	0,94	0,96	0,96	0,91	0,85	0,98	1,00	0,89	0,89	1,02	0,91
Norte	202.898	215.165	1,12	1,11	1,10	1,17	1,08	1,10	1,10	1,04	0,98	1,12	1,15	1,03	1,02	1,17	1,05
Sur	221.600	240.452	1,14	1,14	1,13	1,20	1,11	1,13	1,13	1,07	1,00	1,15	1,18	1,05	1,05	1,19	1,07
VIII Costa	78.699	76.220	1,02	1,02	1,00	1,07	0,99	1,00	1,00	0,95	0,89	1,03	1,05	0,94	0,93	1,07	0,96
Florida	9.911	9.553	1,01	1,01	1,00	1,06	0,99	1,00	1,00	0,95	0,89	1,02	1,05	0,93	0,93	1,06	0,95
Cabrero	29.112	32.050	1,16	1,16	1,14	1,22	1,13	1,14	1,14	1,08	1,02	1,17	1,19	1,07	1,06	1,21	1,09
Nacimiento	35.111	34.723	1,04	1,04	1,03	1,09	1,01	1,03	1,03	0,97	0,91	1,05	1,07	0,96	0,95	1,09	0,98

Fuente y Elaboración: Propia

Cuadro Nº 5.53 : Factor de Población 2025

2008-2025			GC	Coronel	Patagual	Hualqui	Sta Juana	Rere	Copiulemu	Yumbel	Laja	Norte	Sur	VIII Costa	Florida	Cabrero	Nacimiento
		2008	648.396	189.904	735	21.610	13.280	2.316	460	18.235	24.842	202.898	221.600	78.699	9.911	29.112	35.111
	2008	2025	725.545	210.414	791	26.998	13.836	2.493	495	17.194	20.086	229.434	266.154	71.641	8.906	36.253	33.595
GC	648.396	725.545	1,25	1,24	1,20	1,40	1,17	1,20	1,20	1,06	0,90	1,27	1,34	1,02	1,01	1,39	1,07
Coronel	189.904	210.414	1,24	1,23	1,19	1,38	1,15	1,19	1,19	1,04	0,90	1,25	1,33	1,01	1,00	1,38	1,06
Patagual	735	791	1,20	1,19	1,16	1,34	1,12	1,16	1,16	1,02	0,87	1,22	1,29	0,98	0,97	1,34	1,03
Hualqui	21.610	26.998	1,40	1,38	1,34	1,56	1,30	1,34	1,34	1,18	1,01	1,41	1,50	1,14	1,12	1,56	1,20
Santa Juana	13.280	13.836	1,17	1,15	1,12	1,30	1,09	1,12	1,12	0,98	0,84	1,18	1,25	0,95	0,94	1,30	1,00
Rere	2.316	2.493	1,20	1,19	1,16	1,34	1,12	1,16	1,16	1,02	0,87	1,22	1,29	0,98	0,97	1,34	1,03
Copiulemu	460	495	1,20	1,19	1,16	1,34	1,12	1,16	1,16	1,02	0,87	1,22	1,29	0,98	0,97	1,34	1,03
Yumbel	18.235	17.194	1,06	1,04	1,02	1,18	0,98	1,02	1,02	0,89	0,76	1,07	1,13	0,86	0,85	1,17	0,90
Laja	24.842	20.086	0,90	0,90	0,87	1,01	0,84	0,87	0,87	0,76	0,65	0,91	0,97	0,74	0,73	1,01	0,77
Norte	202.898	229.434	1,27	1,25	1,22	1,41	1,18	1,22	1,22	1,07	0,91	1,28	1,36	1,03	1,02	1,41	1,08
Sur	221.600	266.154	1,34	1,33	1,29	1,50	1,25	1,29	1,29	1,13	0,97	1,36	1,44	1,09	1,08	1,50	1,15
VIII Costa	78.699	71.641	1,02	1,01	0,98	1,14	0,95	0,98	0,98	0,86	0,74	1,03	1,09	0,83	0,82	1,13	0,87
Florida	9.911	8.906	1,01	1,00	0,97	1,12	0,94	0,97	0,97	0,85	0,73	1,02	1,08	0,82	0,81	1,12	0,86
Cabrero	29.112	36.253	1,39	1,38	1,34	1,56	1,30	1,34	1,34	1,17	1,01	1,41	1,50	1,13	1,12	1,55	1,19
Nacimiento	35.111	33.595	1,07	1,06	1,03	1,20	1,00	1,03	1,03	0,90	0,77	1,08	1,15	0,87	0,86	1,19	0,92

Fuente y Elaboración: Propia

Como se mencionó anteriormente, los costos de operación privados para cada arco de la red, que son aplicados al modelo de asignación para las alternativas y la situación base (tanto para el corte 2015 como para el corte 2025).

Son determinados los costos percibidos por el usuario para cada par o/d, mediante las matrices de costos percibidos por el usuario (privados). Estos costos son obtenidas directamente del modelo SATURN y permitirán estimar el cuociente C^n/C^0.
Se efectúa el cálculo del tránsito normal para los años 2015 y 2025.

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los tránsitos generados por tipo de vehículo.

Cuadro Nº 5.54 : Estimación de Tránsito Generado Total

	CORTE 2015				CORTE 2025			
ALTERNATIVA	VL	C2E	C3E	TOT	VL	C2E	C3E	TOT
E11	541	6	34	581	925	26	135	1085
E12	793	18	105	916	981	29	163	1173
E211	702	11	25	738	1855	25	62	1942
E212	1494	25	29	1548	1936	27	62	2026
E221	623	10	25	658	1673	24	58	1755
E222	1406	25	27	1458	1753	26	58	1837
E31	403	11	25	438	743	17	45	805
E32	1246	25	37	1308	1379	24	59	1462
E411	270	3	20	293	301	2	20	323
E412	426	9	37	472	392	7	39	438
E421	263	2	18	283	299	1	18	318
E422	404	8	34	446	378	7	35	419

Fuente y Elaboración: Propia

5.6.2 Beneficio Tránsito Generado

A diferencia de los beneficios del tránsito normal, los obtenidos por el tránsito generado corresponden a la mitad de los ahorros estimados para el total de del flujo generado. De esta forma, se modela la asignación de la demanda generada (a precios privados), luego se determina el costo social de la asignación resultante y, finalmente, se estima el beneficio como la mitad de los ahorros de costo entre cada alternativa y su situación base.

El cálculo de los consumos de tiempo de viaje de pasajeros, se efectúa a partir de las salidas del modelo Saturn en donde se entrega para cada arco modelado los siguientes indicadores: tiempo de viaje y flujo.

Para estimar los consumos de combustible y los denominados otros costos de operación, se utiliza el modelo COPER.

A continuación, en se presenta el cálculo de los consumos del tránsito generado para los cortes temporales 2015 y 2025, así como por tipo de vehículo y períodos analizado.

Cuadro Nº 5.55 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2015

				Base	Alternativa	Base	Alternativa
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2015	Vehículo Liviano	Pte Hualqui	E11	49,0	26,5	256.847	143.282
		Pte Hualqui + Corredor	E12	66,6	38,6	355.100	225.973
		Pte Talcamavida Norte	E211	75,7	30,9	443.026	154.499
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	114,4	2,4	647.270	281.444
		Pte Talcamavida Sur	E221	66,3	30,0	393.786	150.459
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	104,2	45,6	592.474	275.598
		Pte Buenuraqui	E31	38,9	28,3	258.176	137.609
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	87,4	47,3	549.193	286.123
		Pte Laja Norte	E411	29,5	23,4	166.223	115.791
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	46,6	29,3	271.274	179.539
		Pte Laja Sur	E421	28,7	23,1	161.859	115.152
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	44,2	28,1	256.433	172.531

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.56 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2015

				Base	Alternativa	Base	Alternativa
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2015	Camión de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	0,8	0,8	9.631	8.377
		Pte Hualqui + Corredor	E12	2,0	1,7	22.812	19.549
		Pte Talcamavida Norte	E211	1,3	0,9	16.320	9.151
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	0,0	0,0	27.070	16.829
		Pte Talcamavida Sur	E221	1,2	1,0	15.843	9.280
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	2,3	1,5	26.714	16.528
		Pte Buenuraqui	E31	1,3	0,9	16.320	9.265
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	2,4	1,5	29.369	17.607
		Pte Laja Norte	E411	0,4	0,4	4.360	3.780
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	1,2	0,9	14.482	11.215
		Pte Laja Sur	E421	0,3	0,3	3.840	2.979
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	1,1	0,8	12.964	10.364

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.57 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2015

				Base	Alternativa	Base	Alternativa
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2015	Camión Más de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	3,1	2,8	71.548	59.672
		Pte Hualqui + Corredor	E12	9,8	7,7	222.247	188.230
		Pte Talcamavida Norte	E211	2,4	1,7	61.344	32.281
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	0,5	23,9	640.234	617.048
		Pte Talcamavida Sur	E221	2,3	1,6	58.550	31.189
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	2,6	1,7	65.706	36.963
		Pte Buenuraqui	E31	2,4	1,6	59.887	31.491
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	3,6	2,3	91.178	54.563
		Pte Laja Norte	E411	2,2	1,9	49.024	42.229
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	4,0	2,8	93.009	74.851
		Pte Laja Sur	E421	1,9	1,7	42.235	36.954
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	3,7	2,6	84.343	69.077

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.58 : Estimación de Consumos Vehículos Livianos Corte 2025

				Base	Alternativa	Base	Alternativa
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2025	Vehículo Liviano	Pte Hualqui	E11	80,5	39,7	848.712	515.135
		Pte Hualqui + Corredor	E12	83,8	42,2	885.922	547.378
		Pte Talcamavida Norte	E211	171,2	51,0	2.099.382	670.128
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	175,7	53,5	2.150.228	701.722
		Pte Talcamavida Sur	E221	153,5	48,4	1.895.288	635.872
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	157,8	50,7	1.943.561	666.928
		Pte Buenuraqui	E31	65,1	33,4	838.324	354.820
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	121,0	46,5	1.567.069	600.702
		Pte Laja Norte	E411	23,3	20,2	267.275	216.120
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	32,0	25,0	373.687	297.543
		Pte Laja Sur	E421	23,1	20,2	265.638	216.359
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	30,6	24,2	356.949	286.344

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.59 : Estimación de Consumos Camión Dos Ejes Corte 2025

				Base	Alternativa	Base	Alternativa
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2025	Camión de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	3,0	2,1	49.486	38.802
		Pte Hualqui + Corredor	E12	3,3	2,4	54.639	42.955
		Pte Talcamavida Norte	E211	2,8	1,4	51.407	25.130
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	2,9	1,4	53.091	26.533
		Pte Talcamavida Sur	E221	2,7	1,3	48.524	23.629
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	2,8	1,4	50.208	25.213
		Pte Buenuraqui	E31	1,9	1,1	33.807	16.560
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	2,7	1,3	49.475	24.097
		Pte Laja Norte	E411	0,2	0,2	3.205	3.032
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	0,9	0,7	15.593	13.271
		Pte Laja Sur	E421	0,1	0,1	2.047	2.029
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	0,8	0,6	13.936	11.917

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.60 : Estimación de Consumos Camión Más de Dos Ejes Corte 2025

				Base	Alternativa	Base	Alternativa
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/hrs]	Costos Operación [$/hrs]
2025	Camión Más de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	12,6	9,5	359.378	300.127
		Pte Hualqui + Corredor	E12	15,2	11,3	428.832	356.033
		Pte Talcamavida Norte	E211	5,6	3,2	177.309	103.756
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	5,6	3,2	177.309	103.756
		Pte Talcamavida Sur	E221	5,2	2,9	165.931	96.609
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	5,2	2,9	165.931	96.609
		Pte Buenuraqui	E31	4,0	2,7	128.865	76.044
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	5,2	3,0	168.170	98.401
		Pte Laja Norte	E411	1,8	1,8	54.352	50.438
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	3,5	2,9	110.085	93.593
		Pte Laja Sur	E421	1,5	1,5	46.177	42.948
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	3,2	2,6	98.712	84.920

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en los cuadros siguientes se presentan los costos anuales por tipo de vehículo obtenido de SATURN, valorizados en $ de Diciembre del 2008, tanto para la situación base como para las alternativas.

Cuadro Nº 5.61 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2015

				Consumos				Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
				Base	Alternativa	Base	Alternativa				
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2015	Vehículo Liviano	Pte Hualqui	E11	1.394.917	753.672	1.155.110	644.379	641.245	510.732	856.114	681.869
		Pte Hualqui + Corredor	E12	1.897.991	1.099.507	1.596.982	1.016.262	798.484	580.720	1.066.041	775.309
		Pte Talcamavida Norte	E211	2.155.854	881.446	1.992.407	694.825	1.274.408	1.297.582	1.701.439	1.732.378
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	3.258.194	67.125	2.910.953	1.265.731	3.191.069	1.645.222	4.260.337	2.196.506
		Pte Talcamavida Sur	E221	1.889.224	853.299	1.770.966	676.655	1.035.924	1.094.311	1.383.043	1.460.994
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	2.967.943	1.300.244	2.664.516	1.239.439	1.667.699	1.425.077	2.226.515	1.902.594
		Pte Buenuraqui	E31	1.108.862	805.772	1.161.089	618.865	303.090	542.224	404.650	723.913
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	2.488.812	1.346.960	2.469.872	1.286.772	1.141.852	1.183.099	1.524.466	1.579.534
		Pte Laja Norte	E411	841.054	667.096	747.552	520.742	173.957	226.810	232.247	302.809
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	1.327.720	833.378	1.219.992	807.437	494.342	412.554	659.986	550.794
		Pte Laja Sur	E421	819.093	659.452	727.923	517.869	159.642	210.054	213.135	280.439
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	1.259.992	801.048	1.153.248	775.921	458.944	377.327	612.728	503.762

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.62 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2015

				Consumos				Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
				Base	Alternativa	Base	Alternativa				
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2015	Camión de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	15.318	16.393	43.314	37.673	-1.075	5.642	-1.268	6.659
		Pte Hualqui + Corredor	E12	39.118	33.587	102.594	87.916	5.530	14.678	6.527	17.325
		Pte Talcamavida Norte	E211	24.497	18.138	73.396	41.155	6.359	32.240	7.505	38.053
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	374	160	121.740	75.685	214	46.055	253	54.358
		Pte Talcamavida Sur	E221	23.814	18.557	71.250	41.733	5.257	29.517	6.204	34.839
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	44.025	28.438	120.140	74.330	15.587	45.810	18.398	54.069
		Pte Buenuraqui	E31	24.497	18.289	73.396	41.666	6.207	31.730	7.327	37.451
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	46.476	28.516	132.081	79.183	17.961	52.898	21.199	62.435
		Pte Laja Norte	E411	7.128	6.861	19.608	17.001	267	2.607	316	3.077
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	23.035	17.271	65.128	50.438	5.764	14.690	6.803	17.339
		Pte Laja Sur	E421	6.385	5.478	17.270	13.398	907	3.871	1.070	4.569
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	20.538	15.974	58.305	46.610	4.564	11.694	5.387	13.803

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.63 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2015

				Consumos				Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
				Base	Alternativa	Base	Alternativa				
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2015	Camión Más de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	60.386	53.945	321.770	268.360	6.441	53.410	9.926	82.306
		Pte Hualqui + Corredor	E12	188.290	148.407	999.504	846.521	39.883	152.983	61.461	235.751
		Pte Talcamavida Norte	E211	47.206	32.134	275.883	145.177	15.072	130.706	23.227	201.421
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	9.100	461.053	2.879.307	2.775.033	-451.953	104.274	-696.470	160.689
		Pte Talcamavida Sur	E221	45.102	31.016	263.316	140.267	14.086	123.049	21.706	189.621
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	50.510	32.621	295.497	166.231	17.890	129.266	27.568	199.202
		Pte Buenuraqui	E31	45.951	31.158	269.330	141.623	14.794	127.707	22.798	196.799
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	69.591	43.475	410.054	245.384	26.116	164.671	40.245	253.762
		Pte Laja Norte	E411	42.757	36.403	220.475	189.917	6.354	30.557	9.792	47.090
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	77.703	54.619	418.288	336.626	23.083	81.662	35.572	125.843
		Pte Laja Sur	E421	37.412	32.045	189.944	166.191	5.367	23.753	8.270	36.603
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	70.846	50.497	379.315	310.659	20.349	68.655	31.359	105.799

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.64 : Estimación de Consumos Anuales Vehículo Liviano Corte 2025

				Consumos				Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
				Base	Alternativa	Base	Alternativa				
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2025	Vehículo Liviano	Pte Hualqui	E11	2.292.491	1.129.765	3.816.890	2.316.703	1.162.727	1.500.187	1.552.335	2.002.871
		Pte Hualqui + Corredor	E12	2.388.111	1.201.402	3.984.236	2.461.707	1.186.709	1.522.529	1.584.353	2.032.700
		Pte Talcamavida Norte	E211	4.877.482	1.454.096	9.441.499	3.013.748	3.423.386	6.427.751	4.570.500	8.581.572
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	5.004.753	1.522.874	9.670.164	3.155.839	3.481.879	6.514.325	4.648.593	8.697.155
		Pte Talcamavida Sur	E221	4.374.402	1.377.525	8.523.630	2.859.690	2.996.876	5.663.940	4.001.074	7.561.822
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	4.494.965	1.445.085	8.740.726	2.999.360	3.049.880	5.741.366	4.071.838	7.665.192
		Pte Buenuraqui	E31	1.855.023	950.209	3.770.173	1.595.724	904.814	2.174.450	1.208.000	2.903.067
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	3.447.775	1.325.851	7.047.539	2.701.521	2.121.924	4.346.017	2.832.942	5.802.288
		Pte Laja Norte	E411	662.470	576.160	1.202.008	971.950	86.310	230.058	115.231	307.146
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	910.469	713.577	1.680.572	1.338.133	196.892	342.439	262.868	457.184
		Pte Laja Sur	E421	657.755	575.885	1.194.646	973.025	81.871	221.621	109.304	295.882
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	871.818	689.411	1.605.299	1.287.770	182.406	317.529	243.527	423.928

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.65 : Estimación de Consumos Anuales Camión Dos Ejes Corte 2015

				Consumos				Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
				Base	Alternativa	Base	Alternativa				
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2025	Camión de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	57.673	40.897	222.551	174.504	16.776	48.047	19.800	56.710
		Pte Hualqui + Corredor	E12	64.274	45.372	245.726	193.182	18.902	52.544	22.310	62.018
		Pte Talcamavida Norte	E211	54.755	26.282	231.193	113.017	28.473	118.176	33.607	139.483
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	56.715	27.795	238.765	119.325	28.920	119.439	34.134	140.974
		Pte Talcamavida Sur	E221	51.649	24.614	218.226	106.268	27.035	111.958	31.909	132.144
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	53.609	26.353	225.798	113.388	27.257	112.410	32.171	132.677
		Pte Buenuraqui	E31	35.767	20.739	152.039	74.475	15.028	77.564	17.738	91.549
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	52.491	25.546	222.502	108.372	26.944	114.130	31.802	134.707
		Pte Laja Norte	E411	3.739	3.754	14.415	13.635	-16	780	-18	921
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	17.060	13.620	70.126	59.682	3.440	10.445	4.061	12.328
		Pte Laja Sur	E421	2.489	2.511	9.204	9.126	-22	78	-26	93
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	15.283	12.239	62.676	53.593	3.044	9.083	3.593	10.720

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Nº 5.66 : Estimación de Consumos Anuales Camión Más de Dos Corte 2025

				Consumos				Beneficios Diurno Normal		Beneficios Anual	
				Base	Alternativa	Base	Alternativa				
Corte	Tipo Vehículo	Situación	Nombre	Tiempo [hrs/hrs]	Tiempo [hrs/hrs]	Costos Operación [$/año]	Costos Operación [$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]	Tiempo [M$/año]	Costos Operación [M$/año]
2025	Camión Más de Dos Ejes	Pte Hualqui	E11	244.084	182.956	1.616.223	1.349.755	61.128	266.469	94.199	410.634
		Pte Hualqui + Corredor	E12	293.717	217.967	1.928.577	1.601.178	75.750	327.399	116.732	504.530
		Pte Talcamavida Norte	E211	107.469	61.099	797.408	466.621	46.370	330.787	71.457	509.751
		Pte Talcamavida Norte + Corredor	E212	107.469	61.099	797.408	466.621	46.370	330.787	71.457	509.751
		Pte Talcamavida Sur	E221	100.266	56.555	746.236	434.476	43.711	311.760	67.359	480.429
		Pte Talcamavida Sur + Corredor	E222	100.266	56.555	746.236	434.476	43.711	311.760	67.359	480.429
		Pte Buenuraqui	E31	77.469	51.203	579.541	341.993	26.266	237.548	40.477	366.068
		Pte Buenuraqui + Corredor	E32	101.033	58.793	756.308	442.538	42.240	313.770	65.092	483.527
		Pte Laja Norte	E411	34.286	34.151	244.435	226.834	135	17.601	207	27.124
		Pte Laja Norte + Corredor	E412	68.399	55.675	495.085	420.912	12.723	74.172	19.607	114.301
		Pte Laja Sur	E421	29.314	29.109	207.672	193.150	205	14.522	316	22.379
		Pte Laja Sur + Corredor	E422	61.393	50.537	443.933	381.910	10.855	62.023	16.728	95.579

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Evaluación Social Preliminar

La evaluación social comprende la estimación de beneficios generados por la materialización de las distintas alternativas de ubicación de puentes sobre el Bíobío. Los ahorros y desahorros por costos de tiempos de viaje y costos de operación (combustible y los denominados otros costos de operación) de los usuarios, agregados a los costos de inversión, definen el flujo de caja del proyecto. A partir de este último se determinan los indicadores económicos pertinentes.

Esta evaluación reconoce explícitamente los beneficios por concepto de cambios en la oferta vial, los ahorros de costo de los usuarios derivados de esta nueva oferta y la demanda generada por estos ahorros.

5.7.1 Obtención TMDA en Puente

Como resultado de la modelación se obtienen los TMDA de cada alternativa para los cortes temporales 2015 y 2025 en los puentes. El TMDA incluye el flujo en ambos sentidos de circulación para los Puentes sobre el río Bíobío.

Cuadro Nº 5.67 : TMDA en Puente

DEMANDA TRANSITO NORMAL

CORTE	TIPO VEH	E11	E12	E211	E212	E221	E222	E31	E32	E411	E412	E421	E422
2015	LIV	171	119	60	112	56	107	47	112	43	384	43	335
	C2E	3	56	3	19	3	9	3	30	31	31	31	31
	C3E	457	457	88	88	11	88	87	99	99	109	99	109
	TMDA	632	632	152	219	71	205	137	241	173	524	173	475
2025	LIV	409	427	456	460	448	448	57	418	16	407	16	406
	C2E	89	89	81	81	37	37	31	37	31	32	31	32
	C3E	677	677	188	188	188	188	111	111	111	130	111	130
	TMDA	1175	1193	725	729	673	673	198	566	158	569	158	569

DEMANDA TRANSITO GENERADO

CORTE	TIPO VEH	E11	E12	E211	E212	E221	E222	E31	E32	E411	E412	E421	E422
2015	LIV	431	486	644	730	572	624	369	664	247	390	241	370
	C2E	5	15	11	13	9	11	11	16	3	9	2	9
	C3E	24	74	18	186	17	19	17	30	16	30	14	27
	TMDA	460	575	673	929	598	654	397	709	266	429	257	406
2025	LIV	776	792	1630	1659	1463	1490	609	1176	75	160	74	147
	C2E	25	28	24	25	23	23	15	23	1	8	1	7
	C3E	104	124	46	46	43	43	33	44	12	26	9	23
	TMDA	906	944	1701	1730	1530	1557	658	1243	88	194	84	176

DEMANDA TOTAL

CORTE	TIPO VEH	E11	E12	E211	E212	E221	E222	E31	E32	E411	E412	E421	E422
2015	LIV	602	605	705	841	628	732	416	776	290	774	284	706
	C2E	8	71	14	32	12	20	14	45	34	40	33	39
	C3E	481	531	106	274	28	107	104	129	115	139	113	136
	TMDA	1092	1206	825	1148	669	859	535	950	439	953	430	881
2025	LIV	1186	1219	2086	2119	1912	1938	666	1594	91	566	90	552
	C2E	114	117	105	106	60	60	46	60	32	40	31	39
	C3E	781	801	234	234	231	231	145	155	123	157	121	154
	TMDA	2081	2137	2426	2458	2203	2230	856	1809	246	763	242	745

5.7.2 Indicadores de Rentabilidad

Se considera un horizonte de evaluación correspondiente a 20 años de operación del proyecto. Partiendo de un primer año de operación posible estimado el año 2015, este horizonte se extiende hasta el 2034.

Para efectos de estimar el perfil económico del proyecto a lo largo del período de evaluación, se interpolan linealmente los beneficios estimados para los cortes temporales modelados 2015 y 2025. Luego, entre el 2025 y el 2030, se adopta el crecimiento del factor de escala proyectado para esos años en el modelo de demanda: 1.630 / 1.5036 = 1.0661. Desde el año 2030 hasta el 2034 se mantienen los beneficios constantes.

A partir del flujo así determinado, se estiman los indicadores económicos pertinentes, según detallan los siguientes cuadros, precedidos de un resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro Nº 5.68 : Resumen Indicadores Económicos Evaluación Preliminar (miles $)

Escenario	INV PRIV	SITUACIÓN BASE PRIV	SITUACIÓN BASE SOC	INV SOC	SOC/PRIV	INV SOC-BASE	RESIDUAL	RESIDUAL %	VAN	TIR	TRI
E11	15.808.113			12.038.131	76,2%	12.038.131	8.750.204	72,7%	30.991.878	21,2%	11,5%
E12	50.237.793	6.537.082	5.244.413	40.303.566	80,2%	35.059.154	24.141.150	59,9%	24.989.569	11,7%	8,4%
E211	23.633.057			18.148.971	76,8%	18.148.971	13.588.863	74,9%	48.478.994	21,3%	10,4%
E212	72.589.364	9.613.482	7.515.862	56.750.678	78,2%	49.234.816	30.940.714	54,5%	31.358.231	11,0%	7,0%
E221	13.374.759			10.196.672	76,2%	10.196.672	7.452.795	73,1%	47.014.649	28,8%	15,9%
E222	59.511.548	9.613.482	7.542.679	46.692.393	78,5%	39.149.714	23.351.205	50,0%	29.318.473	11,7%	6,8%
E31	14.390.312			11.067.616	76,9%	11.067.616	7.063.502	63,8%	13.215.892	14,2%	6,8%
E32	56.297.566	4.221.132	3.269.572	43.606.531	77,5%	40.336.959	19.333.500	44,3%	13.553.012	8,8%	5,5%
E411	16.391.029			12.870.509	78,5%	12.870.509	9.363.400	72,8%	-3.833.684	3,1%	4,4%
E412	45.346.515			34.645.425	76,4%	34.645.425	15.783.382	45,6%	-13.832.725	1,7%	4,0%
E421	17.340.435			13.440.492	77,5%	13.440.492	9.005.915	67,0%	-5.279.064	2,1%	3,7%
E422	57.024.414			44.132.151	77,4%	44.132.151	20.017.165	45,4%	-23.314.935	0,2%	2,9%

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 5.69 : Perfil de Evaluación Alternativa E11 ($/Dic 2008)

CORREDOR E11
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TOTAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-6.019.066													-6.019.066	-6.019.066	
2014	-6.019.066													-6.019.066	-5.678.364	
2015		**75.378**	**52.528**	**428.057**	**340.934**	**119**	**3.844**	**-634**	**3.329**	**55.231**	**418.824**	**4.963**	**41.153**	1.423.727	1.267.112	11,5
2016		94.572	79.874	462.868	406.984	5.656	14.102	419	5.832	99.606	545.162	9.177	57.569	1.781.822	1.496.052	14,4
2017		113.766	107.220	497.679	473.035	11.194	24.360	1.473	8.335	143.981	671.499	13.390	73.986	2.139.918	1.695.015	17,3
2018		132.960	134.566	532.490	539.085	16.732	34.618	2.526	10.837	188.357	797.837	17.604	90.402	2.498.013	1.866.661	20,1
2019		152.154	161.911	567.301	605.135	22.269	44.876	3.580	13.340	232.732	924.174	21.818	106.818	2.856.108	2.013.444	23,0
2020		171.348	189.257	602.112	671.185	27.807	55.134	4.633	15.842	277.107	1.050.512	26.031	123.235	3.214.204	2.137.629	25,9
2021		190.542	216.603	636.923	737.235	33.344	65.392	5.686	18.345	321.482	1.176.849	30.245	139.651	3.572.299	2.241.305	28,8
2022		209.737	243.949	671.734	803.285	38.882	75.650	6.740	20.847	365.857	1.303.187	34.459	156.068	3.930.394	2.326.394	31,7
2023		228.931	271.294	706.545	869.335	44.420	85.908	7.793	23.350	410.232	1.429.524	38.672	172.484	4.288.490	2.394.670	34,6
2024		248.125	298.640	741.356	935.386	49.957	96.166	8.847	25.852	454.608	1.555.862	42.886	188.901	4.646.585	2.447.763	37,5
2025		**267.319**	**325.986**	**776.167**	**1.001.436**	**55.495**	**106.424**	**9.900**	**28.355**	**498.983**	**1.682.199**	**47.100**	**205.317**	5.004.680	2.487.173	40,4
2026		270.853	330.296	786.430	1.014.676	56.228	107.831	10.031	28.730	505.580	1.704.441	47.722	208.032	5.070.850	2.377.412	40,9
2027		274.388	334.606	796.692	1.027.917	56.962	109.238	10.162	29.105	512.178	1.726.682	48.345	210.746	5.137.020	2.272.109	41,4
2028		277.922	338.916	806.954	1.041.157	57.696	110.645	10.293	29.480	518.775	1.748.923	48.968	213.461	5.203.190	2.171.109	42,0
2029		281.456	343.226	817.216	1.054.398	58.430	112.052	10.424	29.855	525.372	1.771.165	49.590	216.176	5.269.360	2.074.264	42,5
2030		**284.991**	**347.536**	**827.478**	**1.067.639**	**59.163**	**113.459**	**10.555**	**30.230**	**531.970**	**1.793.406**	**50.213**	**218.890**	5.335.530	1.981.426	43,0
2031		284.991	347.536	827.478	1.067.639	59.163	113.459	10.555	30.230	531.970	1.793.406	50.213	218.890	5.335.530	1.869.270	43,0
2032		284.991	347.536	827.478	1.067.639	59.163	113.459	10.555	30.230	531.970	1.793.406	50.213	218.890	5.335.530	1.763.462	43,0
2033		284.991	347.536	827.478	1.067.639	59.163	113.459	10.555	30.230	531.970	1.793.406	50.213	218.890	5.335.530	1.663.643	43,0
2034	8.750.204	284.991	347.536	827.478	1.067.639	59.163	113.459	10.555	30.230	531.970	1.793.406	50.213	218.890	14.085.733	4.143.395	113,6
VAN (6%)		1.869.550	2.117.854	6.288.585	7.244.541	324.251	636.697	55.150	179.118	3.138.251	11.536.504	295.194	1.367.078			
														VAN	30.991.878	
														TIR	21,18	
														IVAN	2,89	
														B/C	3,05	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.70 : Perfil de Evaluación Alternativa E12 ($/Dic 2008)

CORREDOR E12
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-17.529.577													-17.529.577	-17.529.577	
2014	-17.529.577													-17.529.577	-16.537.337	
2015		**295.748**	**148.775**	**533.021**	**387.655**	**35.151**	**51.546**	**3.264**	**8.662**	**320.956**	**1.116.663**	**30.730**	**117.875**	3.050.046	2.714.530	8,4
2016		298.150	178.169	558.936	450.524	37.631	63.844	4.053	10.897	344.323	1.208.636	33.494	131.314	3.319.971	2.787.512	9,2
2017		300.552	207.563	584.852	513.394	40.111	76.142	4.842	13.132	367.691	1.300.608	36.257	144.753	3.589.897	2.843.535	9,9
2018		302.953	236.958	610.767	576.263	42.591	88.440	5.631	15.366	391.059	1.392.580	39.021	158.192	3.859.823	2.884.284	10,7
2019		305.355	266.352	636.683	639.133	45.072	100.738	6.420	17.601	414.427	1.484.552	41.785	171.631	4.129.748	2.911.310	11,4
2020		307.757	295.746	662.599	702.002	47.552	113.036	7.209	19.836	437.794	1.576.525	44.548	185.070	4.399.674	2.926.034	12,2
2021		310.159	325.140	688.514	764.872	50.032	125.335	7.998	22.070	461.162	1.668.497	47.312	198.509	4.669.600	2.929.765	12,9
2022		312.560	354.534	714.430	827.742	52.512	137.633	8.788	24.305	484.530	1.760.469	50.075	211.948	4.939.525	2.923.697	13,7
2023		314.962	383.928	740.345	890.611	54.993	149.931	9.577	26.540	507.897	1.852.441	52.839	225.387	5.209.451	2.908.930	14,4
2024		317.364	413.322	766.261	953.481	57.473	162.229	10.366	28.774	531.265	1.944.414	55.603	238.826	5.479.377	2.886.467	15,2
2025		**319.765**	**442.716**	**792.177**	**1.016.350**	**59.953**	**174.527**	**11.155**	**31.009**	**554.633**	**2.036.386**	**58.366**	**252.265**	5.749.302	2.857.227	15,9
2026		323.993	448.570	802.651	1.029.788	60.746	176.835	11.302	31.419	561.966	2.063.310	59.138	255.600	5.825.317	2.731.136	16,1
2027		328.221	454.423	813.124	1.043.226	61.538	179.142	11.450	31.829	569.299	2.090.234	59.910	258.935	5.901.332	2.610.165	16,3
2028		332.449	460.277	823.598	1.056.664	62.331	181.450	11.597	32.239	576.632	2.117.159	60.681	262.271	5.977.347	2.494.138	16,6
2029		336.677	466.130	834.072	1.070.101	63.124	183.757	11.745	32.649	583.965	2.144.083	61.453	265.606	6.053.362	2.382.884	16,8
2030		**340.905**	**471.983**	**844.546**	**1.083.539**	**63.916**	**186.065**	**11.892**	**33.059**	**591.298**	**2.171.007**	**62.225**	**268.942**	6.129.377	2.276.233	17,0
2031		340.905	471.983	844.546	1.083.539	63.916	186.065	11.892	33.059	591.298	2.171.007	62.225	268.942	6.129.377	2.147.389	17,0
2032		340.905	471.983	844.546	1.083.539	63.916	186.065	11.892	33.059	591.298	2.171.007	62.225	268.942	6.129.377	2.025.839	17,0
2033		340.905	471.983	844.546	1.083.539	63.916	186.065	11.892	33.059	591.298	2.171.007	62.225	268.942	6.129.377	1.911.169	17,0
2034	24.141.150	340.905	471.983	844.546	1.083.539	63.916	186.065	11.892	33.059	591.298	2.171.007	62.225	268.942	30.270.527	8.904.239	83,8
VAN (6%)		3.081.781	3.194.677	6.813.636	7.523.686	494.326	1.230.186	78.501	216.532	4.555.685	16.472.657	466.890	1.956.491			
														VAN	24.989.569	
														TIR	11,65	
														IVAN	0,80	
														B/C	1,38	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.71 : Perfil de Evaluación Alternativa E211 ($/Dic 2008)

CORREDOR E211
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-9.074.486													-9.074.486	-9.074.486	
2014	-9.074.486													-9.074.486	-8.560.836	
2015		**28.512**	**34.645**	**850.720**	**866.189**	**1.046**	**4.558**	**3.753**	**19.027**	**-20.641**	**50.952**	**11.613**	**100.711**	1.951.084	1.736.458	10,4
2016		46.227	47.977	994.173	1.208.649	3.412	9.284	5.058	24.098	-9.666	86.963	14.025	116.127	2.546.326	2.137.944	13,6
2017		63.943	61.308	1.137.626	1.551.108	5.778	14.010	6.363	29.170	1.309	122.974	16.436	131.544	3.141.567	2.488.416	16,8
2018		81.658	74.640	1.281.079	1.893.568	8.144	18.735	7.668	34.241	12.284	158.985	18.848	146.960	3.736.809	2.792.361	20,0
2019		99.373	87.971	1.424.532	2.236.028	10.509	23.461	8.973	39.313	23.259	194.996	21.259	162.377	4.332.051	3.053.925	23,2
2020		117.089	101.303	1.567.985	2.578.487	12.875	28.187	10.278	44.384	34.234	231.007	23.671	177.793	4.927.292	3.276.931	26,4
2021		134.804	114.635	1.711.438	2.920.947	15.241	32.912	11.583	49.456	45.209	267.018	26.082	193.210	5.522.534	3.464.906	29,5
2022		152.519	127.966	1.854.891	3.263.407	17.606	37.638	12.888	54.527	56.185	303.029	28.494	208.626	6.117.776	3.621.102	32,7
2023		170.235	141.298	1.998.344	3.605.867	19.972	42.364	14.193	59.598	67.160	339.039	30.905	224.043	6.713.017	3.748.514	35,9
2024		187.950	154.630	2.141.797	3.948.326	22.338	47.089	15.498	64.670	78.135	375.050	33.317	239.459	7.308.259	3.849.900	39,1
2025		**205.665**	**167.961**	**2.285.250**	**4.290.786**	**24.703**	**51.815**	**16.803**	**69.741**	**89.110**	**411.061**	**35.728**	**254.875**	7.903.501	3.927.798	42,3
2026		208.384	170.182	2.315.464	4.347.517	25.030	52.500	17.026	70.664	90.288	416.496	36.201	258.245	8.007.997	3.754.462	42,8
2027		211.104	172.403	2.345.679	4.404.248	25.357	53.185	17.248	71.586	91.466	421.931	36.673	261.615	8.112.494	3.588.164	43,4
2028		213.823	174.623	2.375.894	4.460.979	25.683	53.870	17.470	72.508	92.644	427.366	37.146	264.985	8.216.991	3.428.663	44,0
2029		216.542	176.844	2.406.108	4.517.710	26.010	54.555	17.692	73.430	93.823	432.801	37.618	268.355	8.321.488	3.275.723	44,5
2030		**219.261**	**179.065**	**2.436.323**	**4.574.441**	**26.337**	**55.240**	**17.914**	**74.352**	**95.001**	**438.236**	**38.090**	**271.725**	8.425.985	3.129.111	45,1
2031		219.261	179.065	2.436.323	4.574.441	26.337	55.240	17.914	74.352	95.001	438.236	38.090	271.725	8.425.985	2.951.992	45,1
2032		219.261	179.065	2.436.323	4.574.441	26.337	55.240	17.914	74.352	95.001	438.236	38.090	271.725	8.425.985	2.784.898	45,1
2033		219.261	179.065	2.436.323	4.574.441	26.337	55.240	17.914	74.352	95.001	438.236	38.090	271.725	8.425.985	2.627.262	45,1
2034	13.588.863	219.261	179.065	2.436.323	4.574.441	26.337	55.240	17.914	74.352	95.001	438.236	38.090	271.725	22.014.848	6.475.787	117,8
VAN (6%)		1.317.125	1.122.377	16.830.890	28.595.019	148.426	321.039	113.465	485.124	434.992	2.607.711	256.203	1.901.133			
														VAN	48.478.994	
														TIR	21,27	
														IVAN	3,00	
														B/C	3,12	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.72 : Perfil de Evaluación Alternativa E212 ($/Dic 2008)

CORREDOR E212
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-24.617.408													-24.617.408	-24.617.408	
2014	-24.617.408													-24.617.408	-23.223.970	
2015		**298.777**	**120.099**	**2.130.169**	**1.098.253**	**22.120**	**34.837**	**126**	**27.179**	**25.400**	**48.204**	**-348.235**	**80.345**	3.537.272	3.148.160	7,0
2016		292.712	131.458	2.149.581	1.423.285	22.546	37.204	1.820	31.510	31.771	84.490	-309.839	97.798	3.994.338	3.353.723	7,9
2017		286.647	142.818	2.168.994	1.748.318	22.973	39.572	3.515	35.841	38.142	120.776	-271.443	115.251	4.451.403	3.525.928	8,8
2018		280.583	154.177	2.188.407	2.073.350	23.399	41.940	5.209	40.172	44.513	157.061	-233.046	132.704	4.908.468	3.667.893	9,7
2019		274.518	165.537	2.207.820	2.398.383	23.826	44.307	6.903	44.502	50.884	193.347	-194.650	150.157	5.365.534	3.782.489	10,6
2020		268.453	176.897	2.227.232	2.723.415	24.252	46.675	8.597	48.833	57.255	229.633	-156.253	167.610	5.822.599	3.872.361	11,5
2021		262.389	188.256	2.246.645	3.048.448	24.678	49.043	10.291	53.164	63.626	265.918	-117.857	185.063	6.279.664	3.939.939	12,4
2022		256.324	199.616	2.266.058	3.373.480	25.105	51.410	11.985	57.495	69.997	302.204	-79.461	202.516	6.736.729	3.987.460	13,3
2023		250.259	210.975	2.285.471	3.698.513	25.531	53.778	13.679	61.825	76.368	338.490	-41.064	219.969	7.193.795	4.016.977	14,2
2024		244.194	222.335	2.304.884	4.023.545	25.958	56.146	15.373	66.156	82.739	374.776	-2.668	237.422	7.650.860	4.030.378	15,1
2025		**238.130**	**233.695**	**2.324.296**	**4.348.578**	**26.384**	**58.513**	**17.067**	**70.487**	**89.110**	**411.061**	**35.728**	**254.875**	8.107.925	4.029.390	16,0
2026		241.278	236.784	2.355.027	4.406.073	26.733	59.287	17.293	71.419	90.288	416.496	36.201	258.245	8.215.125	3.851.571	16,2
2027		244.427	239.874	2.385.758	4.463.568	27.082	60.061	17.518	72.351	91.466	421.931	36.673	261.615	8.322.325	3.680.972	16,4
2028		247.575	242.964	2.416.489	4.521.063	27.431	60.834	17.744	73.283	92.644	427.366	37.146	264.985	8.429.524	3.517.346	16,6
2029		250.724	246.054	2.447.220	4.578.558	27.780	61.608	17.970	74.215	93.823	432.801	37.618	268.355	8.536.724	3.360.450	16,8
2030		**253.872**	**249.144**	**2.477.951**	**4.636.053**	**28.128**	**62.382**	**18.195**	**75.147**	**95.001**	**438.236**	**38.090**	**271.725**	8.643.924	3.210.046	17,0
2031		253.872	249.144	2.477.951	4.636.053	28.128	62.382	18.195	75.147	95.001	438.236	38.090	271.725	8.643.924	3.028.345	17,0
2032		253.872	249.144	2.477.951	4.636.053	28.128	62.382	18.195	75.147	95.001	438.236	38.090	271.725	8.643.924	2.856.929	17,0
2033		253.872	249.144	2.477.951	4.636.053	28.128	62.382	18.195	75.147	95.001	438.236	38.090	271.725	8.643.924	2.695.216	17,0
2034	30.940.714	253.872	249.144	2.477.951	4.636.053	28.128	62.382	18.195	75.147	95.001	438.236	38.090	271.725	39.584.638	11.644.035	78,1
VAN (6%)		2.617.964	1.857.292	22.320.296	29.886.522	244.893	484.636	100.091	523.000	624.331	2.596.410	-1.223.638	1.817.380			
														VAN	31.358.231	
														TIR	11,01	
														IVAN	0,72	
														B/C	1,32	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.73 : Perfil de Evaluación Alternativa E221 ($/Dic 2008)

CORREDOR E221
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-5.098.336													-5.098.336	-5.098.336	
2014	-5.098.336													-5.098.336	-4.809.751	
2015		**27.242**	**33.018**	**691.522**	**730.497**	**978**	**4.311**	**3.102**	**17.419**	**13.044**	**40.595**	**10.853**	**94.811**	1.667.392	1.483.973	15,9
2016		43.866	44.197	822.423	1.035.539	2.678	8.763	4.387	22.285	20.169	73.364	13.136	109.351	2.200.158	1.847.295	20,9
2017		60.491	55.375	953.325	1.340.580	4.377	13.216	5.673	27.150	27.293	106.133	15.418	123.891	2.732.923	2.164.731	26,0
2018		77.115	66.554	1.084.226	1.645.621	6.077	17.669	6.958	32.015	34.418	138.902	17.701	138.432	3.265.688	2.440.312	31,1
2019		93.740	77.732	1.215.128	1.950.663	7.776	22.122	8.243	36.880	41.543	171.671	19.984	152.972	3.798.453	2.677.760	36,2
2020		110.365	88.911	1.346.029	2.255.704	9.476	26.574	9.528	41.746	48.667	204.439	22.266	167.513	4.331.219	2.880.508	41,2
2021		126.989	100.089	1.476.931	2.560.745	11.175	31.027	10.814	46.611	55.792	237.208	24.549	182.053	4.863.984	3.051.724	46,3
2022		143.614	111.268	1.607.833	2.865.787	12.875	35.480	12.099	51.476	62.917	269.977	26.832	196.593	5.396.749	3.194.328	51,4
2023		160.238	122.446	1.738.734	3.170.828	14.575	39.932	13.384	56.342	70.041	302.746	29.114	211.134	5.929.515	3.311.010	56,5
2024		176.863	133.625	1.869.636	3.475.869	16.274	44.385	14.669	61.207	77.166	335.515	31.397	225.674	6.462.280	3.404.248	61,5
2025		**193.487**	**144.803**	**2.000.537**	**3.780.911**	**17.974**	**48.838**	**15.955**	**66.072**	**84.291**	**368.283**	**33.680**	**240.214**	6.995.045	3.476.323	66,6
2026		196.046	146.718	2.026.988	3.830.901	18.211	49.483	16.165	66.946	85.405	373.153	34.125	243.390	7.087.531	3.322.911	67,5
2027		198.604	148.632	2.053.438	3.880.890	18.449	50.129	16.376	67.819	86.520	378.022	34.570	246.566	7.180.016	3.175.728	68,4
2028		201.162	150.547	2.079.888	3.930.880	18.687	50.775	16.587	68.693	87.634	382.891	35.016	249.742	7.272.502	3.034.561	69,2
2029		203.720	152.461	2.106.338	3.980.870	18.924	51.421	16.798	69.566	88.749	387.761	35.461	252.918	7.364.988	2.899.200	70,1
2030		**206.279**	**154.376**	**2.132.789**	**4.030.859**	**19.162**	**52.066**	**17.009**	**70.440**	**89.863**	**392.630**	**35.906**	**256.094**	7.457.474	2.769.440	71,0
2031		206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	7.457.474	2.612.680	71,0
2032		206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	7.457.474	2.464.792	71,0
2033		206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	7.457.474	2.325.276	71,0
2034	7.452.795	206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	14.910.268	4.385.936	142,0
VAN (6%)		1.240.856	980.581	14.515.161	25.062.334	108.883	302.652	105.838	457.107	545.404	2.315.549	241.123	1.791.336			
														VAN	47.014.649	
														TIR	28,77	
														IVAN	5,18	
														B/C	4,90	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.74 : Perfil de Evaluación Alternativa E222 ($/Dic 2008)

CORREDOR E222
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-19.574.857													-19.574.857	-19.574.857	
2014	-19.574.857													-19.574.857	-18.466.846	
2015		**295.864**	**116.368**	**1.113.257**	**951.297**	**21.340**	**34.095**	**9.199**	**27.035**	**23.126**	**30.799**	**13.784**	**99.601**	2.735.766	2.434.822	6,8
2016		288.873	125.785	1.205.524	1.239.427	21.171	36.239	9.888	30.965	29.243	64.548	15.774	113.662	3.181.098	2.670.911	7,9
2017		281.882	135.202	1.297.790	1.527.557	21.003	38.383	10.576	34.895	35.359	98.296	17.763	127.724	3.626.430	2.872.472	9,0
2018		274.891	144.619	1.390.056	1.815.687	20.834	40.527	11.265	38.826	41.476	132.045	19.753	141.785	4.071.762	3.042.657	10,1
2019		267.899	154.036	1.482.322	2.103.817	20.666	42.671	11.954	42.756	47.592	165.793	21.742	155.846	4.517.094	3.184.373	11,2
2020		260.908	163.453	1.574.588	2.391.947	20.497	44.815	12.642	46.687	53.708	199.541	23.732	169.908	4.962.426	3.300.297	12,3
2021		253.917	172.869	1.666.854	2.680.076	20.329	46.960	13.331	50.617	59.825	233.290	25.721	183.969	5.407.758	3.392.894	13,4
2022		246.926	182.286	1.759.121	2.968.206	20.160	49.104	14.019	54.547	65.941	267.038	27.711	198.030	5.853.090	3.464.435	14,5
2023		239.934	191.703	1.851.387	3.256.336	19.992	51.248	14.708	58.478	72.058	300.787	29.701	212.092	6.298.423	3.517.006	15,6
2024		232.943	201.120	1.943.653	3.544.466	19.823	53.392	15.397	62.408	78.174	334.535	31.690	226.153	6.743.755	3.552.526	16,7
2025		**225.952**	**210.537**	**2.035.919**	**3.832.596**	**19.655**	**55.536**	**16.085**	**66.339**	**84.291**	**368.283**	**33.680**	**240.214**	7.189.087	3.572.756	17,8
2026		228.939	213.320	2.062.837	3.883.269	19.914	56.270	16.298	67.216	85.405	373.153	34.125	243.390	7.284.138	3.415.088	18,1
2027		231.927	216.104	2.089.755	3.933.942	20.174	57.005	16.511	68.093	86.520	378.022	34.570	246.566	7.379.189	3.263.823	18,3
2028		234.914	218.887	2.116.673	3.984.615	20.434	57.739	16.723	68.970	87.634	382.891	35.016	249.742	7.474.240	3.118.739	18,5
2029		237.902	221.671	2.143.592	4.035.288	20.694	58.473	16.936	69.847	88.749	387.761	35.461	252.918	7.569.292	2.979.624	18,8
2030		**240.889**	**224.455**	**2.170.510**	**4.085.961**	**20.954**	**59.208**	**17.149**	**70.724**	**89.863**	**392.630**	**35.906**	**256.094**	7.664.343	2.846.264	19,0
2031		240.889	224.455	2.170.510	4.085.961	20.954	59.208	17.149	70.724	89.863	392.630	35.906	256.094	7.664.343	2.685.155	19,0
2032		240.889	224.455	2.170.510	4.085.961	20.954	59.208	17.149	70.724	89.863	392.630	35.906	256.094	7.664.343	2.533.165	19,0
2033		240.889	224.455	2.170.510	4.085.961	20.954	59.208	17.149	70.724	89.863	392.630	35.906	256.094	7.664.343	2.389.778	19,0
2034	23.351.205	240.889	224.455	2.170.510	4.085.961	20.954	59.208	17.149	70.724	89.863	392.630	35.906	256.094	31.015.548	9.123.391	76,9
VAN (6%)		2.534.940	1.706.846	16.455.928	26.271.889	202.425	464.214	131.674	498.204	586.865	2.275.264	253.177	1.811.035			
														VAN	29.318.473	
														TIR	11,72	
														IVAN	0,84	
														B/C	1,42	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.75 : Perfil de Evaluación Alternativa E31 ($/Dic 2008)

CORREDOR E31
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	TRI
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-5.533.808													-5.533.808	-5.533.808	
2014	-5.533.808													-5.533.808	-5.220.573	
2015		**19.858**	**32.020**	**202.325**	**361.957**	**1.065**	**4.532**	**3.663**	**18.725**	**-20.283**	**41.641**	**11.399**	**98.400**	775.302	690.016	6,8
2016		18.085	38.705	242.493	470.914	1.176	6.567	4.184	21.430	-15.934	64.233	12.283	106.863	970.998	815.269	8,5
2017		16.311	45.390	282.660	579.872	1.287	8.601	4.704	24.135	-11.586	86.826	13.167	115.326	1.166.695	924.131	10,2
2018		14.538	52.076	322.828	688.830	1.398	10.636	5.225	26.840	-7.238	109.418	14.051	123.790	1.362.391	1.018.058	12,0
2019		12.765	58.761	362.995	797.788	1.509	12.670	5.746	29.545	-2.889	132.011	14.935	132.253	1.558.088	1.098.390	13,7
2020		10.991	65.446	403.162	906.745	1.621	14.705	6.266	32.250	1.459	154.603	15.819	140.717	1.753.784	1.166.367	15,4
2021		9.218	72.132	443.330	1.015.703	1.732	16.739	6.787	34.955	5.807	177.196	16.703	149.180	1.949.481	1.223.128	17,1
2022		7.444	78.817	483.497	1.124.661	1.843	18.774	7.307	37.660	10.156	199.788	17.587	157.644	2.145.177	1.269.727	18,8
2023		5.671	85.502	523.665	1.233.618	1.954	20.809	7.828	40.365	14.504	222.381	18.470	166.107	2.340.874	1.307.132	20,5
2024		3.897	92.188	563.832	1.342.576	2.065	22.843	8.348	43.069	18.852	244.973	19.354	174.570	2.536.570	1.336.234	22,3
2025		**2.124**	**98.873**	**604.000**	**1.451.534**	**2.177**	**24.878**	**8.869**	**45.774**	**23.201**	**267.566**	**20.238**	**183.034**	2.732.267	1.357.853	24,0
2026		2.152	100.180	611.986	1.470.725	2.205	25.207	8.986	46.380	23.508	271.103	20.506	185.454	2.768.392	1.297.930	24,3
2027		2.180	101.488	619.972	1.489.917	2.234	25.536	9.104	46.985	23.814	274.641	20.774	187.874	2.804.517	1.240.440	24,6
2028		2.208	102.795	627.957	1.509.109	2.263	25.864	9.221	47.590	24.121	278.179	21.041	190.294	2.840.642	1.185.300	24,9
2029		2.236	104.102	635.943	1.528.300	2.292	26.193	9.338	48.195	24.428	281.716	21.309	192.714	2.876.767	1.132.428	25,2
2030		**2.264**	**105.409**	**643.929**	**1.547.492**	**2.320**	**26.522**	**9.455**	**48.800**	**24.735**	**285.254**	**21.576**	**195.134**	2.912.891	1.081.744	25,6
2031		2.264	105.409	643.929	1.547.492	2.320	26.522	9.455	48.800	24.735	285.254	21.576	195.134	2.912.891	1.020.513	25,6
2032		2.264	105.409	643.929	1.547.492	2.320	26.522	9.455	48.800	24.735	285.254	21.576	195.134	2.912.891	962.749	25,6
2033		2.264	105.409	643.929	1.547.492	2.320	26.522	9.455	48.800	24.735	285.254	21.576	195.134	2.912.891	908.253	25,6
2034	7.063.502	2.264	105.409	643.929	1.547.492	2.320	26.522	9.455	48.800	24.735	285.254	21.576	195.134	9.976.393	2.934.610	87,5
VAN (6%)		94.055	708.513	4.355.842	9.956.913	17.076	163.777	66.808	344.058	51.945	1.732.251	164.949	1.472.497			
														VAN	13.215.892	
														TIR	14,22	
														IVAN	1,34	
														B/C	1,81	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.76 : Perfil de Evaluación Alternativa E32 ($/Dic 2008)

CORREDOR E32
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	TRI
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-20.168.480													-20.168.480	-20.168.480	
2014	-20.168.480													-20.168.480	-19.026.867	
2015		**230.006**	**106.293**	**762.233**	**789.767**	**19.646**	**26.098**	**10.599**	**31.218**	**30.976**	**112.241**	**20.123**	**126.881**	2.266.082	2.016.805	5,5
2016		219.977	115.136	827.657	1.000.905	19.397	28.205	11.130	34.831	34.467	138.973	21.365	138.369	2.590.411	2.174.959	6,2
2017		209.948	123.980	893.080	1.212.042	19.147	30.312	11.660	38.445	37.957	165.704	22.607	149.857	2.914.740	2.308.747	7,0
2018		199.919	132.823	958.504	1.423.180	18.898	32.419	12.190	42.058	41.448	192.435	23.850	161.346	3.239.070	2.420.421	7,8
2019		189.890	141.666	1.023.928	1.634.318	18.648	34.526	12.720	45.672	44.938	219.167	25.092	172.834	3.563.399	2.512.056	8,6
2020		179.861	150.509	1.089.352	1.845.455	18.399	36.633	13.250	49.286	48.429	245.898	26.334	184.322	3.887.728	2.585.561	9,4
2021		169.831	159.353	1.154.776	2.056.593	18.149	38.741	13.780	52.899	51.920	272.629	27.577	195.810	4.212.058	2.642.697	10,1
2022		159.802	168.196	1.220.200	2.267.731	17.899	40.848	14.311	56.513	55.410	299.360	28.819	207.299	4.536.387	2.685.081	10,9
2023		149.773	177.039	1.285.623	2.478.868	17.650	42.955	14.841	60.126	58.901	326.092	30.061	218.787	4.860.716	2.714.199	11,7
2024		139.744	185.883	1.351.047	2.690.006	17.400	45.062	15.371	63.740	62.391	352.823	31.304	230.275	5.185.046	2.731.417	12,5
2025		**129.715**	**194.726**	**1.416.471**	**2.901.144**	**17.151**	**47.169**	**15.901**	**67.354**	**65.882**	**379.554**	**32.546**	**241.763**	5.509.375	2.737.991	13,3
2026		131.430	197.300	1.435.199	2.939.502	17.377	47.792	16.111	68.244	66.753	384.573	32.977	244.960	5.582.218	2.617.162	13,4
2027		133.145	199.875	1.453.927	2.977.859	17.604	48.416	16.321	69.135	67.624	389.591	33.407	248.156	5.655.061	2.501.239	13,6
2028		134.860	202.450	1.472.655	3.016.217	17.831	49.040	16.532	70.025	68.495	394.609	33.837	251.353	5.727.903	2.390.054	13,8
2029		136.575	205.024	1.491.383	3.054.575	18.058	49.663	16.742	70.916	69.366	399.627	34.267	254.549	5.800.746	2.283.442	14,0
2030		**138.290**	**207.599**	**1.510.111**	**3.092.933**	**18.284**	**50.287**	**16.952**	**71.806**	**70.237**	**404.646**	**34.698**	**257.746**	5.873.589	2.181.242	14,1
2031		138.290	207.599	1.510.111	3.092.933	18.284	50.287	16.952	71.806	70.237	404.646	34.698	257.746	5.873.589	2.057.775	14,1
2032		138.290	207.599	1.510.111	3.092.933	18.284	50.287	16.952	71.806	70.237	404.646	34.698	257.746	5.873.589	1.941.298	14,1
2033		138.290	207.599	1.510.111	3.092.933	18.284	50.287	16.952	71.806	70.237	404.646	34.698	257.746	5.873.589	1.831.413	14,1
2034	19.333.500	138.290	207.599	1.510.111	3.092.933	18.284	50.287	16.952	71.806	70.237	404.646	34.698	257.746	25.207.088	7.414.801	60,7
VAN (6%)		1.702.648	1.573.170	11.398.449	20.173.420	180.852	382.513	136.357	521.328	511.748	2.675.942	272.630	1.932.257			
														VAN	13.553.012	
														TIR	8,83	
														IVAN	0,38	
														B/C	1,08	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.77 : Perfil de Evaluación Alternativa E411 ($/Dic 2008)

CORREDOR E411
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES						
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-6.435.255													-6.435.255	-6.435.255	
2014	-6.435.255													-6.435.255	-6.070.995	
2015		**28.599**	**39.027**	**116.124**	**151.405**	**-4.794**	**12.073**	**158**	**1.538**	**13.717**	**194.326**	**4.896**	**23.545**	580.614	516.744	4,4
2016		27.608	37.899	110.273	151.622	-4.904	12.484	141	1.431	11.778	198.588	4.417	22.547	573.882	481.843	4,3
2017		26.616	36.770	104.422	151.838	-5.014	12.896	124	1.323	9.838	202.851	3.937	21.548	567.150	449.236	4,3
2018		25.624	35.641	98.571	152.055	-5.124	13.307	108	1.215	7.899	207.114	3.458	20.550	560.419	418.777	4,2
2019		24.633	34.513	92.720	152.272	-5.234	13.719	91	1.107	5.960	211.377	2.979	19.552	553.687	390.327	4,2
2020		23.641	33.384	86.870	152.489	-5.345	14.130	74	1.000	4.020	215.639	2.500	18.553	546.955	363.756	4,1
2021		22.649	32.255	81.019	152.706	-5.455	14.541	58	892	2.081	219.902	2.021	17.555	540.223	338.943	4,1
2022		21.657	31.127	75.168	152.923	-5.565	14.953	41	784	141	224.165	1.541	16.557	533.492	315.773	4,0
2023		20.666	29.998	69.317	153.139	-5.675	15.364	24	676	-1.798	228.428	1.062	15.558	526.760	294.140	4,0
2024		19.674	28.869	63.466	153.356	-5.785	15.776	8	568	-3.737	232.690	583	14.560	520.028	273.944	3,9
2025		**18.682**	**27.740**	**57.616**	**153.573**	**-5.896**	**16.187**	**-9**	**461**	**-5.677**	**236.953**	**104**	**13.562**	513.296	255.093	3,9
2026		18.929	28.107	58.377	155.604	-5.973	16.401	-9	467	-5.752	240.086	105	13.741	520.083	243.835	3,9
2027		19.176	28.474	59.139	157.634	-6.051	16.615	-9	473	-5.827	243.219	106	13.920	526.869	233.035	4,0
2028		19.423	28.841	59.901	159.664	-6.129	16.829	-10	479	-5.902	246.352	108	14.100	533.656	222.676	4,0
2029		19.670	29.208	60.663	161.695	-6.207	17.043	-10	485	-5.977	249.485	109	14.279	540.443	212.743	4,1
2030		**19.917**	**29.574**	**61.424**	**163.725**	**-6.285**	**17.257**	**-10**	**491**	**-6.052**	**252.618**	**111**	**14.458**	547.229	203.221	4,1
2031		19.917	29.574	61.424	163.725	-6.285	17.257	-10	491	-6.052	252.618	111	14.458	547.229	191.718	4,1
2032		19.917	29.574	61.424	163.725	-6.285	17.257	-10	491	-6.052	252.618	111	14.458	547.229	180.866	4,1
2033		19.917	29.574	61.424	163.725	-6.285	17.257	-10	491	-6.052	252.618	111	14.458	547.229	170.629	4,1
2034	9.363.400	19.917	29.574	61.424	163.725	-6.285	17.257	-10	491	-6.052	252.618	111	14.458	9.910.629	2.915.265	74,8
VAN (6%)		226.606	322.337	813.682	1.518.598	-54.109	144.086	595	9.014	23.291	2.181.555	20.739	175.947			
														VAN	-3.833.684	
														TIR	3,13	
														IVAN	-0,33	
														B/C	0,44	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.78 : Perfil de Evaluación Alternativa E412 ($/Dic 2008)

CORREDOR E412
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES						
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-17.322.712													-17.322.712	-17.322.712	
2014	-17.322.712													-17.322.712	-16.342.181	
2015		**114.236**	**121.644**	**329.993**	**275.397**	**16.160**	**41.074**	**3.402**	**8.669**	**85.397**	**356.806**	**17.786**	**62.921**	1.433.485	1.275.796	4,0
2016		114.432	128.604	310.137	270.716	16.010	41.868	3.264	8.419	84.529	368.006	16.988	62.344	1.425.317	1.196.724	4,0
2017		114.628	135.563	290.281	266.036	15.859	42.662	3.127	8.168	83.661	379.207	16.189	61.767	1.417.150	1.122.515	4,0
2018		114.824	142.523	270.425	261.355	15.709	43.457	2.990	7.918	82.793	390.407	15.391	61.190	1.408.982	1.052.873	3,9
2019		115.021	149.482	250.569	256.675	15.559	44.251	2.853	7.667	81.925	401.607	14.593	60.613	1.400.814	987.519	3,9
2020		115.217	156.442	230.713	251.994	15.408	45.045	2.716	7.417	81.057	412.807	13.795	60.036	1.392.647	926.190	3,9
2021		115.413	163.402	210.858	247.314	15.258	45.839	2.579	7.166	80.188	424.007	12.996	59.459	1.384.479	868.639	3,9
2022		115.609	170.361	191.002	242.633	15.107	46.634	2.442	6.916	79.320	435.207	12.198	58.882	1.376.312	814.637	3,9
2023		115.806	177.321	171.146	237.953	14.957	47.428	2.305	6.665	78.452	446.408	11.400	58.305	1.368.144	763.964	3,8
2024		116.002	184.280	151.290	233.272	14.807	48.222	2.167	6.414	77.584	457.608	10.602	57.728	1.359.976	716.419	3,8
2025		**116.198**	**191.240**	**131.434**	**228.592**	**14.656**	**49.016**	**2.030**	**6.164**	**76.716**	**468.808**	**9.804**	**57.151**	1.351.809	671.808	3,8
2026		117.734	193.768	133.172	231.614	14.850	49.664	2.057	6.245	77.731	475.006	9.933	57.906	1.369.682	642.160	3,8
2027		119.271	196.297	134.909	234.637	15.044	50.312	2.084	6.327	78.745	481.205	10.063	58.662	1.387.555	613.717	3,9
2028		120.807	198.825	136.647	237.659	15.238	50.961	2.111	6.408	79.759	487.403	10.192	59.417	1.405.428	586.436	3,9
2029		122.343	201.354	138.385	240.681	15.431	51.609	2.138	6.490	80.774	493.601	10.322	60.173	1.423.301	560.277	4,0
2030		**123.880**	**203.882**	**140.123**	**243.704**	**15.625**	**52.257**	**2.164**	**6.571**	**81.788**	**499.800**	**10.452**	**60.929**	1.441.174	535.201	4,0
2031		123.880	203.882	140.123	243.704	15.625	52.257	2.164	6.571	81.788	499.800	10.452	60.929	1.441.174	504.906	4,0
2032		123.880	203.882	140.123	243.704	15.625	52.257	2.164	6.571	81.788	499.800	10.452	60.929	1.441.174	476.327	4,0
2033		123.880	203.882	140.123	243.704	15.625	52.257	2.164	6.571	81.788	499.800	10.452	60.929	1.441.174	449.365	4,0
2034	15.783.382	123.880	203.882	140.123	243.704	15.625	52.257	2.164	6.571	81.788	499.800	10.452	60.929	17.224.556	5.066.696	48,3
VAN (6%)		1.147.695	1.615.963	2.123.862	2.466.171	151.963	454.878	25.833	71.613	798.756	4.202.405	130.337	592.180			
														VAN	-13.832.725	
														TIR	1,69	
														IVAN	-0,45	
														B/C	0,42	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.79 : Perfil de Evaluación Alternativa E421 ($/Dic 2008)

CORREDOR E421
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-6.720.246													-6.720.246	-6.720.246	
2014	-6.720.246													-6.720.246	-6.339.855	
2015		**26.966**	**37.171**	**106.567**	**140.219**	**-5.948**	**8.526**	**535**	**2.285**	**8.378**	**160.809**	**4.135**	**18.302**	507.945	452.070	3,7
2016		26.052	36.042	101.376	140.991	-6.057	8.792	480	2.061	6.374	163.949	3.737	17.590	501.388	420.975	3,6
2017		25.138	34.913	96.184	141.764	-6.166	9.057	426	1.837	4.369	167.090	3.340	16.879	494.831	391.953	3,6
2018		24.224	33.784	90.993	142.536	-6.275	9.323	371	1.613	2.365	170.230	2.942	16.168	488.274	364.867	3,5
2019		23.311	32.655	85.801	143.308	-6.384	9.588	316	1.389	361	173.370	2.544	15.457	481.717	339.591	3,5
2020		22.397	31.525	80.610	144.080	-6.493	9.854	261	1.165	-1.643	176.511	2.147	14.746	475.159	316.008	3,4
2021		21.483	30.396	75.418	144.852	-6.602	10.120	206	942	-3.648	179.651	1.749	14.034	468.602	294.007	3,4
2022		20.569	29.267	70.227	145.625	-6.711	10.385	151	718	-5.652	182.792	1.351	13.323	462.045	273.484	3,3
2023		19.655	28.138	65.035	146.397	-6.820	10.651	97	494	-7.656	185.932	953	12.612	455.488	254.342	3,3
2024		18.742	27.009	59.844	147.169	-6.929	10.917	42	270	-9.660	189.072	556	11.901	448.931	236.491	3,2
2025		**17.828**	**25.879**	**54.652**	**147.941**	**-7.038**	**11.182**	**-13**	**46**	**-11.665**	**192.213**	**158**	**11.190**	442.373	219.846	3,2
2026		18.064	26.221	55.375	149.897	-7.131	11.330	-13	47	-11.819	194.754	160	11.337	448.222	210.144	3,2
2027		18.299	26.564	56.097	151.853	-7.224	11.478	-13	48	-11.973	197.296	162	11.485	454.071	200.836	3,3
2028		18.535	26.906	56.820	153.809	-7.317	11.626	-13	48	-12.127	199.837	164	11.633	459.920	191.909	3,3
2029		18.771	27.248	57.542	155.765	-7.410	11.774	-14	49	-12.282	202.378	166	11.781	465.769	183.348	3,4
2030		**19.006**	**27.590**	**58.265**	**157.721**	**-7.503**	**11.921**	**-14**	**49**	**-12.436**	**204.920**	**168**	**11.929**	471.618	175.142	3,4
2031		19.006	27.590	58.265	157.721	-7.503	11.921	-14	49	-12.436	204.920	168	11.929	471.618	165.228	3,4
2032		19.006	27.590	58.265	157.721	-7.503	11.921	-14	49	-12.436	204.920	168	11.929	471.618	155.876	3,4
2033		19.006	27.590	58.265	157.721	-7.503	11.921	-14	49	-12.436	204.920	168	11.929	471.618	147.053	3,4
2034	9.005.915	19.006	27.590	58.265	157.721	-7.503	11.921	-14	49	-12.436	204.920	168	11.929	9.477.533	2.787.867	68,5
VAN (6%)		214.903	303.846	757.093	1.439.742	-65.519	100.300	2.125	9.665	-33.599	1.782.700	17.927	140.544			
														VAN	-5.279.064	
														TIR	2,10	
														IVAN	-0,44	
														B/C	0,36	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Cuadro Nº 5.80 : Perfil de Evaluación Alternativa E422 ($/Dic 2008)

CORREDOR E422
MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	
		VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	TRI
		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
		TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	ANUAL	BENEFICIOS	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[%]
2013	-22.066.076													-22.066.076	-22.066.076	
2014	-22.066.076													-22.066.076	-20.817.053	
2015		**103.771**	**109.756**	**306.364**	**251.881**	**15.006**	**37.527**	**2.694**	**6.901**	**79.547**	**320.080**	**15.679**	**52.900**	1.302.106	1.158.870	2,9
2016		103.850	115.370	287.904	247.889	14.850	38.143	2.604	6.747	78.563	329.715	14.948	52.389	1.292.971	1.085.604	2,8
2017		103.929	120.984	269.444	243.898	14.693	38.759	2.514	6.593	77.579	339.350	14.216	51.878	1.283.837	1.016.919	2,8
2018		104.008	126.598	250.984	239.906	14.537	39.375	2.424	6.439	76.594	348.985	13.485	51.367	1.274.702	952.531	2,8
2019		104.087	132.212	232.524	235.914	14.380	39.992	2.335	6.285	75.610	358.620	12.753	50.856	1.265.567	892.175	2,8
2020		104.166	137.826	214.064	231.922	14.223	40.608	2.245	6.131	74.626	368.255	12.022	50.345	1.256.433	835.599	2,8
2021		104.245	143.440	195.604	227.931	14.067	41.224	2.155	5.977	73.642	377.889	11.290	49.834	1.247.298	782.570	2,7
2022		104.324	149.054	177.144	223.939	13.910	41.841	2.066	5.823	72.658	387.524	10.559	49.323	1.238.163	732.867	2,7
2023		104.403	154.668	158.684	219.947	13.754	42.457	1.976	5.668	71.674	397.159	9.827	48.812	1.229.029	686.283	2,7
2024		104.482	160.282	140.224	215.955	13.597	43.073	1.886	5.514	70.690	406.794	9.096	48.301	1.219.894	642.625	2,7
2025		**104.561**	**165.896**	**121.764**	**211.964**	**13.440**	**43.690**	**1.796**	**5.360**	**69.706**	**416.429**	**8.364**	**47.790**	1.210.759	601.710	2,7
2026		105.944	168.090	123.374	214.766	13.618	44.267	1.820	5.431	70.628	421.935	8.475	48.422	1.226.768	575.157	2,7
2027		107.326	170.283	124.983	217.569	13.796	44.845	1.844	5.502	71.549	427.441	8.585	49.053	1.242.776	549.681	2,7
2028		108.708	172.476	126.593	220.371	13.973	45.422	1.868	5.573	72.471	432.946	8.696	49.685	1.258.784	525.247	2,8
2029		110.091	174.670	128.203	223.174	14.151	46.000	1.891	5.644	73.392	438.452	8.807	50.317	1.274.792	501.817	2,8
2030		**111.473**	**176.863**	**129.813**	**225.976**	**14.329**	**46.578**	**1.915**	**5.714**	**74.314**	**443.958**	**8.917**	**50.949**	1.290.800	479.357	2,8
2031		111.473	176.863	129.813	225.976	14.329	46.578	1.915	5.714	74.314	443.958	8.917	50.949	1.290.800	452.224	2,8
2032		111.473	176.863	129.813	225.976	14.329	46.578	1.915	5.714	74.314	443.958	8.917	50.949	1.290.800	426.626	2,8
2033		111.473	176.863	129.813	225.976	14.329	46.578	1.915	5.714	74.314	443.958	8.917	50.949	1.290.800	402.478	2,8
2034	20.017.165	111.473	176.863	129.813	225.976	14.329	46.578	1.915	5.714	74.314	443.958	8.917	50.949	21.307.965	6.267.853	46,9
VAN (6%)		1.036.768	1.419.216	1.970.272	2.272.454	140.124	409.214	21.557	59.653	733.799	3.745.789	113.277	496.355			
														VAN	-23.314.935	
														TIR	0,17	
														IVAN	-0,59	
														B/C	0,29	

(*) : AÑO OPTIMO DE INVERSIÓN

Fuente y Elaboración Propia.

Los resultados de la evaluación económica ameritan los siguientes comentarios:

Los mejores resultados económicos se obtienen para un puente emplazado en Tacamávida – Santa Juana, alternativas Poniente (E211) y Oriente (E221), considerando sólo sus accesos inmediatos. Estas soluciones muestran un VAN muy similar entre sí (del orden de $48 y 47 mil millones, respectivamente) y, al mismo tiempo, muy superior al resto de las soluciones. Los indicadores de corto plazo muestran que el proyecto no debería postergarse, ya que su rentabilidad inmediata supera largamente el umbral del 6%. La solución con corredor, para el mismo puente, se muestra inferior, lo que indica que las inversiones adicionales requeridas no generan los beneficios necesarios para pagar esa inversión, considerando la tasa de descuento del 6%.

Como segunda mejor alternativa, desde el punto de vista económico, resulta el emplazamiento en Hualqui, con sus accesos inmediatos (E11). Con un VAN de $31 mil millones, su rentabilidad inmediata también superior al 6%. Tampoco en este caso resulta preferible la materialización del corredor, por las mismas razones antes expuestas para la solución anterior.

Como tercera prioridad, desde el punto de vista económico, resulta Buenuraqui con un VAN de $13 mil millones para sus accesos inmediatos (E31) ye de $13.5 mil millones para el corredor (E32). Sólo en el primer caso la rentabilidad inmediata supera el 6%.

Finalmente, aparecen las soluciones propuestas para Laja, con resultados económicos negativos para ambas soluciones (Oriente y Poniente) y cualesquiera sea el tipo de accesos (inmediatos o corredores).

En suma puede concluirse que, desde un punto de vista económico:

- El mejor emplazamiento para el nuevo puente es Santa Juana, con una leve ventaja para su emplazamiento más occidental, conectando directamente las zonas urbanas de ambas localidades. La alternativa emplazada levemente al sur oriente exhibe un VAN algo inferior ($47.0 vs. 48.5 mil millones), aunque una rentabilidad significativamente mayor (28.8% vs. 21.3): Ello obedece a que la inversión es significativamente menor ($10.2 vs. $18.1 mil millones, a precios sociales) por la menor longitud del puente.
- Los emplazamientos alternativos en Hualqui y Buenuraqui también son socialmente rentables, pero son claramente menos ventajosos que el anterior.
- Un emplazamiento en Laja no resulta rentable socialmente, en ninguna de sus alternativas.
- La solución de corredores no se justifica en ninguna de las alternativas, esencialmente porque los mejoramientos a la red vial incorporados en la situación base permiten una razonable alimentación de los puentes propuestos, haciendo que las ventajas de los corredores no paguen la mayor inversión requerida. Única excepción a esta conclusión general es el caso de Buenuraqui, en que las soluciones con accesos inmediatos o corredor son relativamente similares en cuanto a su resultado económico.

Atendiendo a las conclusiones anteriores, en el análisis Multicriterio se descartarán las soluciones con corredor, lo que permite simplificar el análisis sin riesgo de cometer errores de evaluación.

5.8 Evaluación Multicriterio y Selección de Alternativa

Trabajar con una metodología de evaluación o análisis multicriterio, como asistencia al proceso de toma de decisión sobre la elección de alternativas de un nuevo puente que cruce el río Bíobío, supone reconocer el problema de la decisión como un sistema.

En este sentido y sintéticamente planteado, una metodología multicriterio permite:

- Identificar las “partes” del sistema o problema de decisión

- Reconocer la importancia o "peso de las partes" del sistema
- Identificar los vínculos entre las partes
- Proponer una solución racional sobre el problema de la decisión

Una metodología multicriterio que se ha estado utilizando profusamente en las últimas tres décadas, con una crecientemente sostenida popularidad entre los planificadores o tomadores de decisión, tanto del mundo corporativo privado como del mundo público, es el AHP (Analytic Hierarchy Process), Proceso de Análisis Jerárquico, que es un método de descomposición de estructuras complejas de decisión, en sus componentes, ordenando estos componentes o criterios en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de importancia o preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué alternativa tiene la más alta prioridad.

Los juicios que sustentan la importancia o pesos de las partes del sistema, o criterios de decisión, pueden estar basados en la intuición, la cual a su vez está basada en años de experiencia. Otros juicios pueden estar basados en información rigurosa, datos y análisis, quizás organizados y resumidos en forma de planillas de datos.

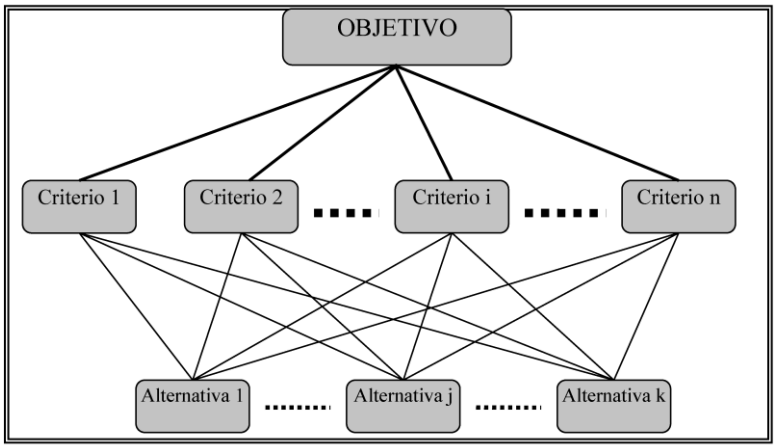
A continuación se describirá la metodología y su sustento matemático.

5.8.1 Método AHP Proceso de Análisis Jerárquico

El Proceso de Análisis Jerárquico, conocido como AHP, fue desarrollado en la década de los 70 por el matemático Thomas L. Saaty para resolver el tratado de reducción de armamento estratégico entre los Estados Unidos y la antigua URSS. Este proceso es un sistema flexible de metodología de análisis de decisión multicriterio discreta (número finito de alternativas u opciones de elección). El AHP, mediante la construcción de un modelo jerárquico, permite de una manera eficiente y gráfica organizar la información respecto de un problema de decisión, descomponerla y analizarla por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizar. En palabras de su propio autor: «Trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión.»

Este proceso se fundamenta en varias etapas. La formulación del problema de decisión en una estructura jerárquica es la primera y principal etapa. En esta etapa es en la que el decisor involucrado debe lograr desglosar el problema en sus componentes relevantes. La jerarquía básica está conformada por: una meta u objetivo general, criterios y alternativas. La jerarquía se construye de modo que los elementos de un mismo nivel sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos o todos los elementos del siguiente nivel. En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de decisión (objetivo). Los elementos que afectan a la decisión son representados en los inmediatos niveles, de forma que los criterios ocupan los niveles intermedios, y el nivel más bajo comprende a las opciones de decisión o alternativas. Este tipo de jerarquía ilustra de un modo claro y simple todos los factores afectados por la decisión y sus relaciones. La figura siguiente muestra un esquema del modelo jerárquico.

Figura Nº 5.39 : Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones con el AHP



La jerarquía resultante debe ser completa, no redundante y mínima (no debe incluir aspectos no relevantes). Su construcción es la parte más creativa del proceso y requiere de un consenso entre todas las partes implicadas en el proceso de decisión. Normalmente se requiere invertir varias horas para identificar el problema real y principal, lo cual puede darse después de una serie de discusiones en las que se han listado muchos problemas, y es necesario priorizarlos y decidir cuál se seleccionará para su análisis.

Una vez construida la estructura jerárquica del problema se da paso a la segunda etapa del proceso de AHP: la valoración de los elementos.

El decisor debe emitir sus juicios de valor o preferencias en cada uno de los niveles jerárquicos establecidos. Esta tarea consiste en una comparación de valores subjetivos «por parejas» (comparaciones binarias); es decir, el decisor tiene que emitir juicios de valor sobre la importancia relativa de los criterios y de las alternativas, de forma que quede reflejado la dominación relativa, en términos de importancia, preferencia o probabilidad, de un elemento frente a otro, respecto de un atributo, o bien, si estamos en el último nivel de la jerarquía, de una propiedad o cualidad común. El AHP permite realizar las comparaciones binarias basándose tanto en factores cuantitativos (aspectos tangibles) como cualitativos (aspectos no tangibles), ya que presenta su propia escala de medida: la escala 1 a 9 propuesta por Saaty se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 5.81 : Escalas de Medida de Saaty

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que en otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro.	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible

El decisor puede expresar sus preferencias entre dos elementos verbalmente y representar estas preferencias descriptivas mediante valores numéricos. De esta forma cuando dos elementos sean igualmente preferidos o importantes el decisor asignará al

par de elementos un «1»; moderadamente preferido se representa por «3», fuertemente preferido por «5» y extremadamente preferido por «9». Los números pares se utilizan para expresar situaciones intermedias.

La escala verbal utilizada en el AHP permite al decisor incorporar subjetividad, experiencia y conocimiento en un camino intuitivo y natural. Esta escala está justificada teóricamente y su efectividad ha sido validada empíricamente aplicándola a diferentes situaciones reales con aspectos tangibles para los que se ha comportado adecuadamente.

El resultado de estas comparaciones es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, denominada «Matriz de comparaciones pareadas», de forma que cada unos de sus componentes reflejen la intensidad de preferencia de un elemento frente a otro respecto del atributo considerado.

Es interesante observar que para aplicar el método AHP no hace falta información cuantitativa sobre los resultados que alcanza cada alternativa según cada uno de los criterios consideraros, sino tan solo los juicios de valor del decisor.

Una vez formadas las matrices de comparación, el proceso deriva hacia la tercera etapa, la fase de priorización y síntesis. El objetivo de esta etapa es calcular la prioridad de cada elemento, entendida esta prioridad tal y como la define Saaty: «Las prioridades son rangos numéricos medidos en una escala de razón. Una escala de razón es un conjunto de números positivos cuyas relaciones se mantienen igual si se multiplican todos los números por un número arbitrario positivo. El objeto de la evaluación es emitir juicios concernientes a la importancia relativa de los elementos de la jerarquía para crear escalas de prioridad de influencia».

En un problema jerarquizado como el que se presenta podemos definir distintos tipos de prioridades: locales, globales y totales. Las prioridades locales son las que «cuelgan» de un mismo nodo y se calculan directamente a partir de la información recogida en las matrices de comparación.

Existen distintos procedimientos matemáticos para calcular un vector de pesos relativos asociado a un nivel, vector que debe expresar la importancia relativa de los elementos considerados en ese nivel. El procedimiento propuesto por Saaty para su obtención es el método del autovector principal por la derecha.

Cuadro Nº 5.82: Establecimiento de Prioridades o Pesos

Criterios	A	B	C	Sumatoria	**Peso/Prioridad**
A	**1**	0,5	0,25	1,75	**0,143**
B	2	**1**	0,5	3,5	**0,285**
C	4	2	**1**	7	**0,572**
				12,25	

Las prioridades globales son las prioridades de cada nodo de la jerarquía respecto al nodo inicial (objetivo). El AHP las calcula utilizando el principio de composición jerárquica. Por último, la prioridad total de las alternativas comparadas se obtiene mediante la agregación de las prioridades globales (forma lineal multiaditiva). La prioridad total nos permitirá realizar la síntesis del problema, esto es, ordenar el conjunto de alternativas consideradas y seleccionar las más indicadas para conseguir el objetivo propuesto.

Un aspecto a cuidar es que el resultado debe ser consistente con las preferencias manifestadas por el decisor, ya que ésta es una cuestión que afecta directamente a la calidad de la decisión final. El AHP permite evaluar la consistencia del decisor a la hora de introducir los juicios de valor en la matriz de comparaciones pareadas mediante el indicador «Razón de Consistencia» de Saaty.

Razón de Consistencia = Índice de Consistencia / Índice Aleatorio

donde:

Índice de Consistencia: mide la consistencia de la matriz de comparaciones.

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n-1}$$

y

e: Índice Aleatorio: es un índice de consistencia de una matriz aleatoria.

Tamaño de la Matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

La última etapa de este proceso es el denominado análisis de sensibilidad. El resultado al que se llega en la etapa anterior es altamente dependiente de la jerarquía establecida por el decisor y por los juicios de valor que realiza sobre los diversos elementos del problema. Cambios en la jerarquía sobre estos juicios pueden conducir a cambios en los resultados. La utilización de un software de apoyo (Web Hipre) permite analizar de forma rápida y sencilla la sensibilidad de los resultados (decisión) a los diferentes cambios posibles, permitiendo analizar el problema en escenarios distintos.

5.8.2 Software de Apoyo a la Evaluación AHP (Proceso de Análisis Jerárquico)

Para la implementación de la Evaluación Multicriterio se trabajará con el software WEB-HIPRE. Este programa ha sido desarrollado y mantenido por Raimo P. Hämäläinen y Jyri Mustajoki del Laboratorio de Análisis de Sistemas de la Universidad Técnica de Helsinki, Finlandia. La versión utilizada es la 1.22.

Web-HIPE es una aplicación escrita en Java y puede ser utilizada con cualquier computador conectado a Internet y que tenga un navegador de páginas WEB (por ejemplo Firefox, Mozzilla o Internet Explorer) con el uso de Java habilitado.

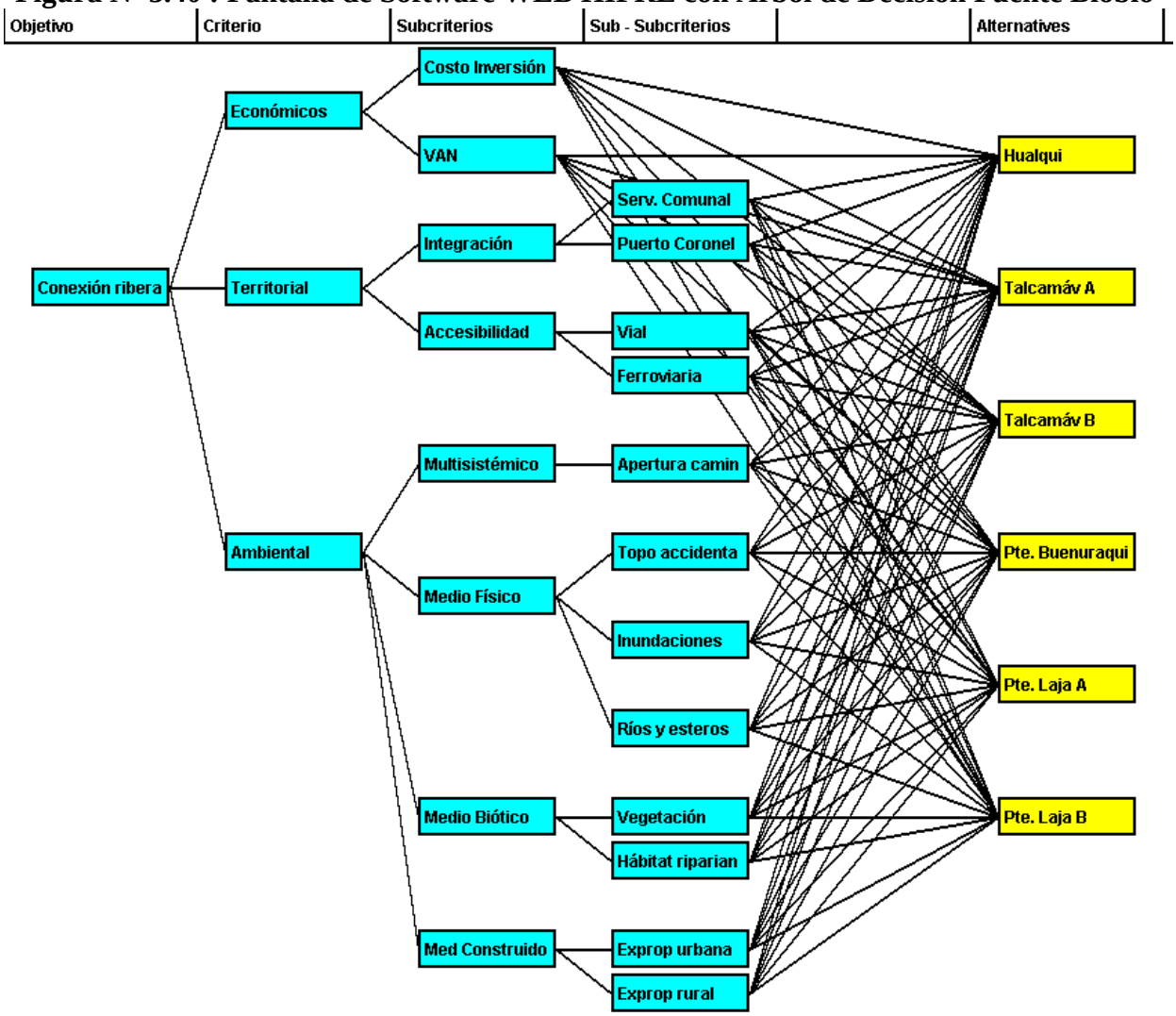
El software permite transitar de manera amistosa para los participantes usuarios en el proceso de decisión, por todos los pasos metodológicos del AHP descritos anteriormente:

- Estructuración del árbol jerárquico del problema de decisión con su Objetivo, Criterios o Indicadores, Subcriterios o Subindicadores, y las Alternativas de Solución.

- Establecimiento de comparación a pares entre criterios del mismo nivel jerárquico que a su vez determinan los pesos o ponderaciones respecto de los niveles superiores.
- Obtención de Prioridades de Alternativas, mediante la puntuación agregada de desempeño de cada alternativa frente a los criterios de decisión.

A través de este programa se establece gráficamente el árbol de decisión jerárquico. Para el caso en estudio, se propone árbol presentado en la figura siguiente:

Figura Nº 5.40 : Pantalla de Software WEB HIPRE con Árbol de Decisión Puente Bíobío



Luego, se sistematiza la comparación a pares entre los criterios de decisión para ir obteniendo las prioridades o pesos de los criterios normalizados, en cada uno de los niveles de la jerarquía, hasta llegar a evaluar el desempeño de cada alternativa frente a cada uno de los criterios definidos por los decisores.

5.8.3 Criterios Estratégicos

Objetivo

Conexión entre Riberas: Objetivo principal, que es seleccionar la mejor alternativa de localización de un nuevo puente sobre el río Bíobío entre Hualqui y Laja.

Criterios

Económico-Social: Representa el enfoque netamente económico en la evaluación. De estos indicadores depende la factibilidad de conseguir aprobación de Mideplan y conseguir la disponibilidad de fondos para materializar la inversión.

Ambiental: Representa la perspectiva de la protección de los recursos naturales , así como de la salud y bienestar de las personas en el área en que se desarrollará el proyecto.

Territorial: Criterio de orden espacial y de interrelaciones básicas entre las localidades pobladas, principalmente rurales que gravitan en torno a cada alternativa de ubicación de puente sobre el Bíobío, con respecto a centros de jerarquía mayor en servicios y mercados para que permitan el desarrollo económico rompiendo la condición actual de relativo aislamiento.

Subcriterios Económicos-Sociales

VAN Social: Corresponde al indicador Valor Actual Neto, calculado de acuerdo a la metodología de Mideplan. Mide los beneficios netos del proyecto en términos económicos, y es el indicador pertinente para comparar alternativas mutuamente excluyentes.

Costo Directo: Dato duro que corresponde a la inversión necesaria para materializar cada alternativa en moneda equivalente actualizada. Incluye tanto el Puente propiamente tal como las conexiones a la vialidad existente, asociadas en cada alternativa.

Subcriterios Territoriales

Integración:

A Servicios y Mercado Regional y/o Provincial: Criterio que busca evaluar la accesibilidad desde cada centro poblado[1] a la capital comunal más cercana, entendiendo que estas últimas ofrecen los servicios básicos inexistentes en localidades menores, como Centros de Salud, Notarías, Registro Civil, Escuelas de mayor jerarquía, etc.

A Puerto de Coronel: En este caso, se trata de medir el nivel de accesibilidad al Puerto de Coronel, entendiendo este último como un facilitador y factor de proyección de mercados de exportación. Responde a la perspectiva de un futuro desarrollo de productos agropecuarios exportables como hongos, muebles de madera, derivados de apicultura, floricultura y frutos silvestres, mencionado con frecuencia entre las alternativas de desarrollo local.

Conectividad:

Vial: Criterio que evalúa la conectividad vial de las localidades del área de influencia del proyecto. Como indicador, se utiliza la distancia al camino pavimentado más próximo.

[1] Se refiere a las localidades pobladas ubicadas el la zona de influencia del estudio. Eventualmente, se han agrupado cuando ello responde a una vinculación natural por cercanía entre ellas, que generalmente están limitadas por microcuencas independientes, separadas por cadenas de cerros con dificultades de penetración.

Ferroviaria: Análogamente al caso anterior, se evalúa aquí la facilidad para una conexión ferroviaria, evaluando la distancia a la estación ferroviaria más cercana.

Subcriterios Ambientales

Medio Físico: Criterio que mide el impacto ambiental a través de los indicadores de cantidad de puntos y superficie expuestas a movimientos en masa y, por otro lado, a la cantidad de cursos de aguas naturales que deberán ser atravesados por los caminos de conexión (en el entendido que estos últimos aumentan su probabilidad de ser afectados negativamente por contaminación y/o intervención de caudales. Se analiza, además, la población afectada por corte de caminos principales en episodios de inundación en la cuenca del Bíobío.

Medio Biótico: Criterio que busca medir el impacto ambiental a través de los indicadores de superficies de vegetación y bosque, así como de superficies de vegetación ripariana asociada a las riberas del río Bíobío, afectadas por el proyecto.

Medio Construido: Mide el impacto en términos de rechazo social por las expropiaciones requeridas, en términos de hectáreas urbanas y/o rurales a afectar.

Multisistémico: Se refiere a un impacto típico de las obras viales, particularmente de nuevas conexiones, en que se ven involucrados de forma combinada la pérdida de suelos para otros uso agrícola, pérdida de masa vegetal, pérdida de hábitats de flora y fauna, imposición de efecto barrera local en desplazamientos humanos y de otros animales; y fragmentación de ecosistemas.

5.8.4 Definición de Indicadores

Los siguientes cuadros detallan la definición de Criterios, Subcriterios e Indicadores, que permiten incorporar la información requerida por el modelo propuesto e implementar su aplicación. En cada caso se identifican los indicadores para los que se mide el cambio o diferencia entre las situaciones base y con proyecto, en cada una de sus alternativas.

Cuadro Nº 5.83 : Definición de Indicadores

CRITERIO	SUBCRITERIO	SUBCRITERIO - INDICADOR	DESCRIPCIÓN
ECONÓMICO-SOCIAL	COSTO INVERSIÓN		Monto de inversión requerido por el proyecto. Incluye cada puente y camino de conexión.
	VAN SOCIAL		Valor Actual Neto del proyecto, a precios sociales.
TERRITORIAL	INTEGRACIÓN	A SERVICIOS Y MERCADO REGIONAL	Suma de los ahorros de distancia entre las diferentes localidades del área de influencia y la capital comunal más cercana, ponderadas por la población de cada localidad. Se expresa en Km x Hab Relación directa: A mayor distancia ponderada ahorrada, mayor preferencia
		PUERTO DE CORONEL	**Suma de los ahorros de distancia entre las diferentes localidades del área de influencia y puerto de Coronel, ponderadas por la población de cada localidad.** Se expresa en Km x Hab Relación directa: A mayor distancia ponderada ahorrada, mayor preferencia
	ACCESIBILIDAD	CONECTIVIDAD VIAL	**Suma de los ahorros de distancia desde cada una de las diferentes localidades del área de influencia al camino pavimentado más cercano.** Se expresa en Km Relación directa: A mayor distancia ahorrada, mayor preferencia
		CONECTIVIDAD FERROVIARIA	**Suma de los ahorros de distancia desde cada una de las diferentes localidades del área de influencia a la estación ferroviaria más cercana.** Se expresa en Km Relación directa: A mayor distancia ahorrada, mayor preferencia

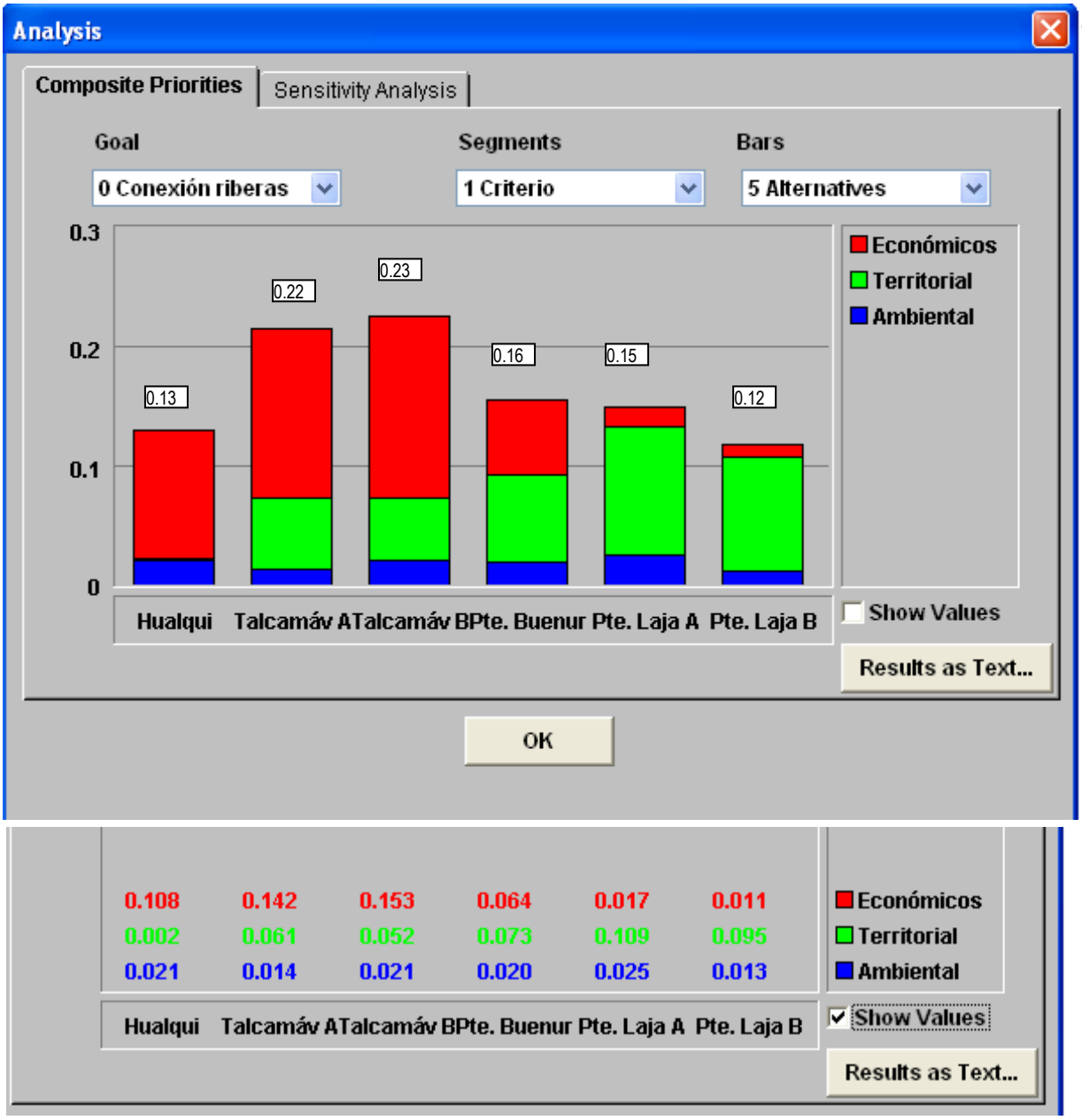
Cuadro Nº 5.84 : Síntesis Preliminar de Impactos Ambientales

CRITERIO	SUBCRITERIO	SUBCRITERIO - INDICADOR	DESCRIPCIÓN
AMBIEN-TAL	MULTI -SISTÉMICO	APERTURA CAMINOS	Superficie ocupada por los nuevos caminos de conexión. Se expresa en Has. Relación inversa: A mayor superficie, menor preferencia
	MEDIO FÍSICO	TOPOGRAFÍA ACCIDEN-TADA	Desarrollo de nuevas conexiones en tramos de topografía accidentada o cadenas de cerros. Se expresa en Km. Relación inversa: A mayor desarrollo, menor preferencia
		INUNDACIO-NES	Reducción de la población total afectada por inundaciones en las localidades ubicadas en el área de influencia del proyecto. Se expresa en habitantes desafectados afectados. Relación directa: A mayor población, mayor preferencia
		RÍOS Y ESTEROS	Número de cruces de cauces naturales (ríos y esteros) que atraviesa la nueva conexión. Se expresa en número Relación inversa: A mayor número, menor preferencia
	MEDIO BIÓTICO	VEGETACIÓN	Superficie de bosque afectado por apertura de nuevos caminos de conexión Se expresa en Has. Relación inversa: A mayor superficie, menor preferencia
		HÁBITAT RIPARIANO	Superficie de ambiente ripariano (ribera fluvial) afectada por el puente, considerando una zona de influencia de 200 m. en torno del eje. Se expresa en Has. Relación inversa: A mayor superficie, menor preferencia
	MEDIO CONSTRUIDO	EXPROPIACIONES URBANAS	Superficie de expropiación requerida por el proyecto en zona urbana. Se expresa en Has. Relación inversa: A mayor superficie, menor preferencia
		EXPROPIACIONES RURALES	Superficie de expropiación requerida por el proyecto en zona rural. Se expresa en Has. Relación inversa: A mayor superficie, menor preferencia

5.8.5 Resultados del Multicriterio

La selección de las alternativas, desde el punto de vista económico-social, territorial y ambiental, bajo el contexto de los criterios establecidos en el modelo de decisión, se obtiene a partir de la sumatoria de las ponderaciones globales de desempeño de cada alternativa, a partir de los indicadores presentados en los puntos anteriores, frente a los criterios de decisión. Ello da origen a un ranking de preferencia desde el que se identificará a la mayor puntuación como la alternativa recomendable.

Figura Nº 5.41 : Ponderación Global de Alternativas



Fuente: Elaboración Propia

El siguiente cuadro muestra el resultado de aplicar el multicriterio, en términos del orden de prioridad para las alternativas:

Cuadro Nº 5.85 : Ranking de Alternativas

Alternativa	Resultado Multicriterio	
	Puntaje	Ranking
2B Pte. Talcamávida Oriente	0,226	1
2A Pte. Talcamávida Poniente	0,216	2
3 Pte. Buenuraqui	0,156	3
4A Pte. Laja Poniente	0,151	4
1 Pte. Hualqui	0,130	5
4B Pte. Laja Oriente	0,119	6

Fuente: Elaboración Propia

5.9 Conclusiones y Recomendaciones

Se identificaron seis alternativas para el emplazamiento de un nuevo puente sobre el río Bíobío, entre Chiguayante y Laja, para cada uno de los cuales se definió el acceso a la red vial inmediata.

Los diseños preliminares de estas soluciones pueden caracterizarse como resume el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 5.86 : Síntesis de Alternativas

	ALT. 1 Hualqui	ALT. 2A S. Juana P	ALT. 2B S. Juana O	ALT. 3 Buenuraqu	ALT. 4A Laja P	ALT. 4B Laja O
Desarrollo Alternativas (m)						
Accesos a vialidad inmediata Oriente	1.180	380	530	710	885	180
Accesos a vialidad inmediata Poniente	873	840	452	5.440	2.320	4.610
Desarrollo Total caminos m	2.053	1.220	982	6.150	3.205	4.790
Longitud puente m	1.410	2.070	1.165	945	1.125	1.005
Desarrollo total Accesos m	**3.463**	**3.290**	**2.147**	**7.095**	**4.330**	**5.795**
Inversiones (Mill $)						
Puente	14.583,7	21.410,1	12.049,6	9.774,2	11.635,9	10.394,8
Accesos Inmediatos	1.213,0	1.557,4	1.316,1	4.584,3	3.385,6	6.609,4
Expropiaciones	11,4	665,6	9,0	31,9	1.369,5	336,3
Total Mill $, IVA incluido	**15.808,1**	**23.633,1**	**13.374,8**	**14.390,3**	**16.391,0**	**17.340,4**

Fte: Elaboración propia

Cada una de estas conexiones genera una reasignación de los flujos de tránsito existentes en la red vial relevante, así como un flujo adicional generado por la reducción de costos de viaje.

Una evaluación económica preliminar permitió estimar los beneficios por concepto de ahorros de tiempo de viaje y costos de operación de usuarios, tanto para el tránsito normal como para el generado y, a partir de su evolución en el tiempo, el resultado económico de cada alternativa de inversión.

Por otra parte, a partir del análisis territorial ambiental se identificaron aquellos criterios e indicadores no económicos considerados relevantes para la jerarquización de las alternativas.

Finalmente, un modelo de decisión Multicriterio permitió establecer, mediante una ponderación de los factores económicos y no económicos, una priorización de las soluciones propuestas.

El siguiente cuadro resume las prioridades y resultados económicos así obtenidos, para las diferentes alternativas analizadas:

Cuadro Nº 5.87 : Resumen de Resultados

Alternativa	Resultado Multicriterio		Indicadores Económicos			
	Puntaje	Ranking	VAN Miles $	TIR	TRI	AOPS(*)
2B Pte. Talcamávida Oriente	0,226	1	47.014.649	28,8%	15,9%	2015
2A Pte. Talcamávida Poniente	0,216	2	48.478.994	21,3%	10,4%	2015
3 Pte. Buenuraqui	0,156	3	13.215.892	14,2%	6,8%	2015
4A Pte. Laja Poniente	0,151	4	-3.833.684	3,1%	4,4%	no tiene
1 Pte. Hualqui	0,130	5	30.991.878	21,2%	11,5%	2015
4B Pte. Laja Oriente	0,119	6	-5.279.064	2,1%	3,7%	no tiene

(*) Año Óptimo de Puesta en Servicio

Fuente: Elaboración Propia

5.9.1 Análisis de resultados por emplazamiento

En términos generales, los resultados del Multicriterio recomiendan los proyectos de mejor resultado económico y, por el contario, aquellos de peor desempeño económico figuran entre los últimos lugares de la priorización.

El análisis de resultados sugiere los siguientes comentarios para cada alternativa de emplazamiento, que se presentan en el orden de prioridad recomendada:

Lugares 1 y 2: Alternativa 2, Santa Juana

Esta solución resulta la más favorable, en cualquiera de las dos sub alternativas analizadas de acuerdo a un enfoque Multicriterio. En efecto, ambas destacan de un modo significativo de entre las otras soluciones. Además, ambas soluciones superan largamente el VAN del resto de la soluciones.

Entre las alternativas, resulta más favorable aquella emplazada algunos Km aguas arriba de los poblados, 2B. Esta solución presenta ventajas económicas, derivadas esencialmente de una menor longitud del puente, y ambientales (que resultan de evitar el paso por las zonas urbanas propiamente tales), que no alcanzan a compensar las ventajas territoriales de la 2A.

El VAN de la alternativa Oriente, 2B, es menos de un 3% inferior a la de la alternativa Poniente. Sin embargo, sus rentabilidades media (tir) e inmediata (tri) superan ampliamente no solo a esta última sino también las de todo el resto de alternativas y subalternativas.

Lugar 3: Alternativa 3, Buenuraqui

Como segunda alternativa de localización general aparece Buenuraqui. Aunque su resultado económico es superado por la alternativa en Hualqui, las ventajas en el ámbito territorial compensan revierten el resultado final.

Lugar 4: Alternativa 4, Laja Poniente

En siguiente lugar del ranking se ubica la alternativa 4A, Laja Poniente. Sus indicadores económicos, sin embargo, la hacen difícilmente elegible.

Lugar 5: Alternativa 1, Hualqui

La alternativa Hualqui se ubica en el quinto lugar del ranking del Multicriterio. Si bien sus indicadores económicos son satisfactorios, su gran desventaja es no poseer los atributos territoriales que caracterizan las otras soluciones.

Lugar 6: Alternativa 4, Laja Oriente

El último lugar del ranking corresponde a alternativa Laja Oriente. Similar situación ocurre con sus indicadores económicos, que corresponden a los peores entre todas las alternativas. En rigor, tampoco esta alternativa sería elegible de acuerdo a los estándares vigentes.

5.9.2 Efectos Esperados del Proyecto a Nivel Global

Desde un punto general, la influencia de las diferentes alternativas sobre las principales localidades pobladas puede resumirse en el cuadro adjunto.

Cuadro Nº 5.88 : Efecto sobre localidades principales, según escenario de proyecto adoptado

ALT. / LOCALIDAD	PUENTE HUALQUI		PUENTE SANTA JUANA		PUENTE BUENURAQUI		PUENTE LAJA	
	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
CONCEPCIÓN	Es parte de la Circunvalación propuesta en el Plan Regulador Intercomunal.	Incremento de demanda sobre eje Concepción - Chiguayante - Hualqui						
HUALQUI	Comunica con Patagual, mejora comunicación con Coronel, Sta Juana y Sur							
STA. JUANA	Comunicación alternativa con Concepción, evitando puentes saturados y cortes en inicio Caminio de la Madera		Acceso alternativo a Concepción por ribera norte del Bio bío. Abre mercado de servicios locales de Sta. Juana a Talcamávida y localidades aledañas de ribera norte .		Abre mercado de Sta. Juana a servicios locales, inexistentes en Rere, compitiendo con Yumbel		Abre mercado de Sta. Juana a servicios y productos locales, inexistentes en Laja / San Rosendo	
TALCAMÁVIDA / RERE			Mejora acceso vial al resto del país: vía Santa Juana al Sur, Concepción y Coronel; vía Rere y Yumbel al Norte. Acceso al mercado de servicios y productos de Sta Juana. Incorpora Rere a nuevo eje de interconexión vial		Incorpora Rere a nuevo eje de interconexión vial.			
LAJA / SAN ROSENDO			Mejora importante de accesibilidad a/de Coronel y zonas forestales en la ribera opuesta (Sur Oriente). (*)		Mejora importante de accesibilidad a/de Coronel y zonas forestales en la ribera opuesta (Sur Oriente). (*)		Mejora importante de accesibilidad a/de Coronel y zonas forestales en la ribera opuesta (Sur Oriente).	Fricción urbana en Laja

Fuente: Elaboración Propia

Una segunda forma de apreciar el impacto de los puentes proyectados es el nivel de tránsito esperado sobre ellos, que se ilustra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 5.89 : Demanda esperada sobre el Puente (TMDA)

Alternativa de Puente		2015				2025			
		Liv	C 2E	C +2E	TMDA	Liv	C 2E	C +2E	TMDA
1	Hualqui	602	8	481	1 092	1 186	114	781	2 081
2A	Talcamávida P	705	14	106	825	2 086	105	234	2 426
2B	Talcamávida O	628	12	28	669	1 912	60	231	2 203
3	Buenuraqui	416	14	104	535	666	46	145	856
4A	Laja P	290	34	115	439	91	32	123	246
4B	Laja O	284	33	113	430	90	31	121	242

Fuente: Elaboración Propia

Puede apreciarse que los flujos son significativos, particularmente para los emplazamientos en Hualqui y Santa Juana.

5.9.3 Efectos Esperados del Proyecto a Nivel Local

Una segunda mirada a los efectos de carácter local, permite identificar una serie de impactos a nivel de cada una de las localidades pobladas del área de influencia.

Integración Territorial

En este ámbito, se generan acercamientos de ciertas localidades a la Cabecera Comunal más cercana, ya sea por un acortamiento a la que actualmente la sirve o porque puede acceder a otra que, como efecto de la nueva conexión, le resulta más cercana. Esta situación se produce con particular relevancia con las soluciones propuestas para el puente en Santa Juana – Santa Juana, con lo que la primera localidad (y sus aledañas) pueden acceder a los servicios existentes en la segunda en lugar de tener que viajar a Hualqui, de quien dependen administrativamente.

El cuadro siguiente muestra que estos ahorros alcanzan entre 1140 y 26290 Km x hab, lo que representa de 0.66 a 15.11 Km por habitante afectado, según la alternativa adoptada:

Cuadro Nº 5.90 : Integración Territorial - Ahorro de distancia a la Cabecera Comunal más próxima

Reducción de Distancia x Población Afectada						
Localidad	**Alt. 1**	**Alt. 2A**	**Alt. 2B**	**Alt.3**	**Alt.4A**	**Alt.4B**
El Patagual	1142.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Unihue	0.0	3706.5	2153.3	0.0	0.0	0.0
Talcamávida	0.0	21981.6	19608.0	0.0	0.0	0.0
Est. Gomero	0.0	420.0	447.3	117.6	0.0	0.0
Pte. (Buenuraqui)	0.0	178.0	231.0	33.0	0.0	0.0
Balseadero	0.0	0.0	0.0	0.0	921.6	604.8
Monterrey	0.0	0.0	0.0	0.0	2006.0	2155.6
Curamávida	0.0	0.0	0.0	0.0	1118.0	378.4
Suma Km x hab	**1142.4**	**26286.1**	**22439.6**	**150.6**	**4045.6**	**3138.8**
promedio Km por hab afectados	0.66	15.11	12.90	0.09	2.33	1.80

Fuente: Elaboración Propia

Un segundo tipo de integración territorial se refiere a la distancia al Puerto de Coronel, cuya reducción se plantea como una mejor oportunidad para acceder a mercados de

exportación de productos silvícolas o no tradicionales de la zona, citados frecuentemente como una oportunidad de desarrollo local. Según la alternativa, la distancia ahorrada – ponderada por la población afectada - va de 150 a 26000 Km x hab, lo que corresponde a un ahorro promedio de 30 a 70 Km por habitante afectado:

Cuadro Nº 5.91 : Integración Territorial - Ahorro de distancia al Puerto de Coronel

Reducción de Distancia X Población Afectada							
Localidad	**Hab**	**Alt. 1**	**Alt. 2A**	**Alt. 2B**	**Alt.3**	**Alt.4A**	**Alt.4B**
Quilacoya	512	13107	0	0	0	0	0
Llepinhue	17	435	0	0	0	0	0
Placilla	52	1108	0	0	0	0	0
Las Totoritas	55	847	0	0	0	0	0
El Águila	86	1238	0	0	0	0	0
Hualqui	13724	133123	0	0	0	0	0
Copiulemu	2993	29032	0	0	0	0	0
Rere	398	11514	9934	9242	6647	1095	0
Unihue	353	0	4826	3237	0	0	0
Talcamávida	1032	175	25160	22281	0	0	0
Tomentuco	41	8	1000	886	779	0	0
Los Despachos	25	5	610	541	521	116	0
Est. Gomero	21	4	512	454	201	0	0
Pte. (Buenuraqui)	10	2	244	216	108	0	0
San Rosendo	3249	0	67774	58709	57702	55006	31353
Laja	16288	0	339768	294324	289275	327389	208486
Suma Km x hab		**190599**	**449828**	**389889**	**355232**	**383604**	**239839**
promedio Km por hab afectados		28.94	68.31	59.21	53.95	58.25	36.42

Fuente: Elaboración Propia

Accesibilidad y Conectividad

Desde el punto de vista de la Accesibilidad, los proyectos tienen un efecto sobre la Conectividad Vial y Ferroviaria. Cabe hacer notar que estos mejoramientos se producen respecto a una situación base ya mejorada respecto de la actual: En efecto, en esta se considera la pavimentación completa del la conexión Hualqui – Quilacoya - Talcamávida – Rere – Yumbel.

Según la alternativa elegida, los ahorros de distancia de las localidades afectadas al pavimento más próximo alcanza hasta 4100 Km/hab., equivalente a un promedio de casi 15 Km. por habitante afectado.

Cuadro Nº 5.92 : Conectividad Vial - Ahorro de distancia al pavimento más próximo

Reducción de Distancia x Población afectada							
Localidad	**Hab**	**Alt. 1**	**Alt. 2A**	**Alt. 2B**	**Alt.3**	**Alt.4A**	**Alt.4B**
Balseadero	36.0	0.0	0.0	0.0	633.6	925.2	709.2
Monterrey	68.0	0.0	0.0	0.0	1149.2	2012.8	2366.4
Curamávida	172.0	0.0	0.0	0.0	1462.0	1169.6	894.4
Suma Km x hab		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**3244.8**	**4107.6**	**3970.0**
promedio Km por hab afectados		0.0	0.0	0.0	11.8	14.9	14.4

Fuente: Elaboración Propia

Por su parte, las distancias a la estación de FFCC más próxima se reducen hasta en casi 110000 Km x hab, equivalente a 46 Km para el promedio de los habitantes afectados:

Cuadro Nº 5.93 : Conectividad Ferroviaria – Ahorro de distancia a la estación de FFCC más próxima

Reducción de Distancia x Población afectada							
Localidad	**Hab**	**Alt. 1**	**Alt. 2A**	**Alt. 2B**	**Alt.3**	**Alt.4A**	**Alt.4B**
El Patagual	48	268.8	0	0	0	0	0
Quillaitahue	9	231.03	457.74	469.143	261	257.94	194.31
Raquicura	34	843.88	1700	1689.8	907.12	896.92	655.52
Santa Juana	1826	41906.7	84087.3	81987.4	38492.08	37944.28	24979.68
Tanahuillín	168	4203.36	8443.68	8873.76	9265.2	9070.32	8090.88
Balseadero	36	1022.4	1933.2	2023.2	2106	2880	2606.4
Monterrey	68	1570.8	3291.2	3461.2	3617.6	5304	5227.296
Curamávida	172	4661.2	9012.8	9442.8	9838.4	10712.16	10302.8
Suma Km x hab		**54 708**	**108 926**	**107 947**	**64 487**	**67 066**	**52 057**
promedio Km por hab afectados		23.2	46.1	45.7	27.3	28.4	22.0

Fuente: Elaboración Propia

Inundaciones

Un elemento relevante para las localidades ribereñas es el riesgo de inundaciones ante crecidas del río Bíobío, cuya baja pendiente longitudinal en la zona analizada lo hace especialmente propenso a este fenómeno. Este, a su vez, genera cortes en los caminos de acceso a localidades ribereñas.

Las nuevas conexiones ofrecidas en las diferentes alternativas permiten que una serie de estas localidades obtengan conexiones alternativas hacia la red vial y ciudades principales, con lo que dejarían de quedar aisladas. La población beneficiada se identifica en el siguiente cuadro, según el cual alcanza entre las 440 las 2300 personas:

Cuadro Nº 5.94 : Inundaciones – Población de Localidades beneficiadas

1 = Localidades cuyos accesos dejan de inundarse							
Localidad	**Hab**	**Alt. 1**	**Alt. 2A**	**Alt. 2B**	**Alt.3**	**Alt.4A**	**Alt.4B**
El Patagual	48			1	1	1	1
Quillaitahue	9			1	1	1	1
Raquicura	34			1	1	1	1
Santa Juana	1826			1	1	1	1
Tanahuillín	168	1	1	1			1
Balseadero	36	1	1	1			1
Monterrey	68	1	1	1	1	1	
Curamávida	172	1	1	1			1
Suma hab beneficiados		**444**	**444**	**2361**	**1985**	**1985**	**2293**

Fuente: Elaboración Propia

Generación / Atracción de tránsito

Una medida del incremento de actividad esperada en cada localidad es la magnitud del tránsito atraído y generado por esta, sólo como efecto de la reducción de costos de viaje. Los siguientes cuadros muestran este tránsito:

Cuadro Nº 5.95 : Incremento del TMDA Atraído y Generado por Localidades Principales

Puente	Localidad	Vehículo Liviano				Camión Dos Ejes				Camión de más Dos Ejes			
		2015		2025		2015		2025		2015		2025	
		Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae
Hualqui	Santa Juana	161	125	299	182	4	0	6	0	4	7	6	10
	Hualqui	162	166	187	188	0	0	0	0	3	3	3	3
	Patagual	71	63	86	75	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rere-Talcamávida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Talcamávida Norte	Santa Juana	365	224	1154	517	8	0	18	0	7	12	18	19
	Hualqui	3	2	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Patagual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rere-Talcamávida	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Talcamávida Sur	Santa Juana	325	189	1044	456	8	0	17	0	7	11	17	19
	Hualqui	3	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Patagual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rere-Talcamávida	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Buenuraqui	Santa Juana	217	80	470	168	8	0	13	0	7	11	14	15
	Hualqui	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Patagual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rere-Talcamávida	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Laja Norte	Santa Juana	36	37	33	33	0	0	0	0	3	0	3	0
	Hualqui	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Patagual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rere-Talcamávida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laja Sur	Santa Juana	36	37	33	33	0	0	0	0	2	0	3	0
	Hualqui	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Patagual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rere-Talcamávida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Puede apreciarse que la mayor atracción/generación ocurre sistemáticamente en Santa Juana, independientemente de la localización del puente. Como es de esperar, esta es máxima si el emplazamiento del puente es ese mismo lugar.

Desde un punto de vista agregado, la demanda generada a/de las localidades identificadas es máxima para el emplazamiento recomendado, como ilustra el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 5.96 : Incremento del TMDA Atraído y Generado por Puente

Puente	Vehículo Liviano				Camión Dos Ejes				Camión de más Dos Ejes			
	2015		2025		2015		2025		2015		2025	
	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae	Genera	Atrae
Hualqui	393	354	572	445	4	0	6	0	6	9	9	13
Talcamávida P	369	227	1164	520	8	0	18	0	7	12	18	19
Talcamávida O	328	192	1053	458	8	0	17	0	7	11	17	19
Buenuraqui	218	80	472	168	8	0	13	0	7	11	14	15
Laja P	37	37	34	33	0	0	0	0	3	0	3	0
Laja O	37	37	33	33	0	0	0	0	2	0	3	0

Fuente: Elaboración propia

5.9.4 Conclusión

A la luz de los antecedentes expuestos, el emplazamiento recomendado por el Consultor para un nuevo puente sobre el río Bíobío es Santa Juana, preferentemente en la alternativa sur oriente.

Dicha recomendación se fundamenta en una valoración ponderada de los efectos económicos y no económicos generados por el proyecto. En efecto, no sólo corresponde a una inversión óptima desde el punto de vista de sus indicadores económicos sino, además, contribuye del modo más eficiente a generar nuevas oportunidades a través de la integración territorial, una mejor la accesibilidad y un mínimo impacto ambiental.

6 ANTEPROYECTO ESCALA 1:2.000

6. ANTEPROYECTO ESCALA 1:2.000

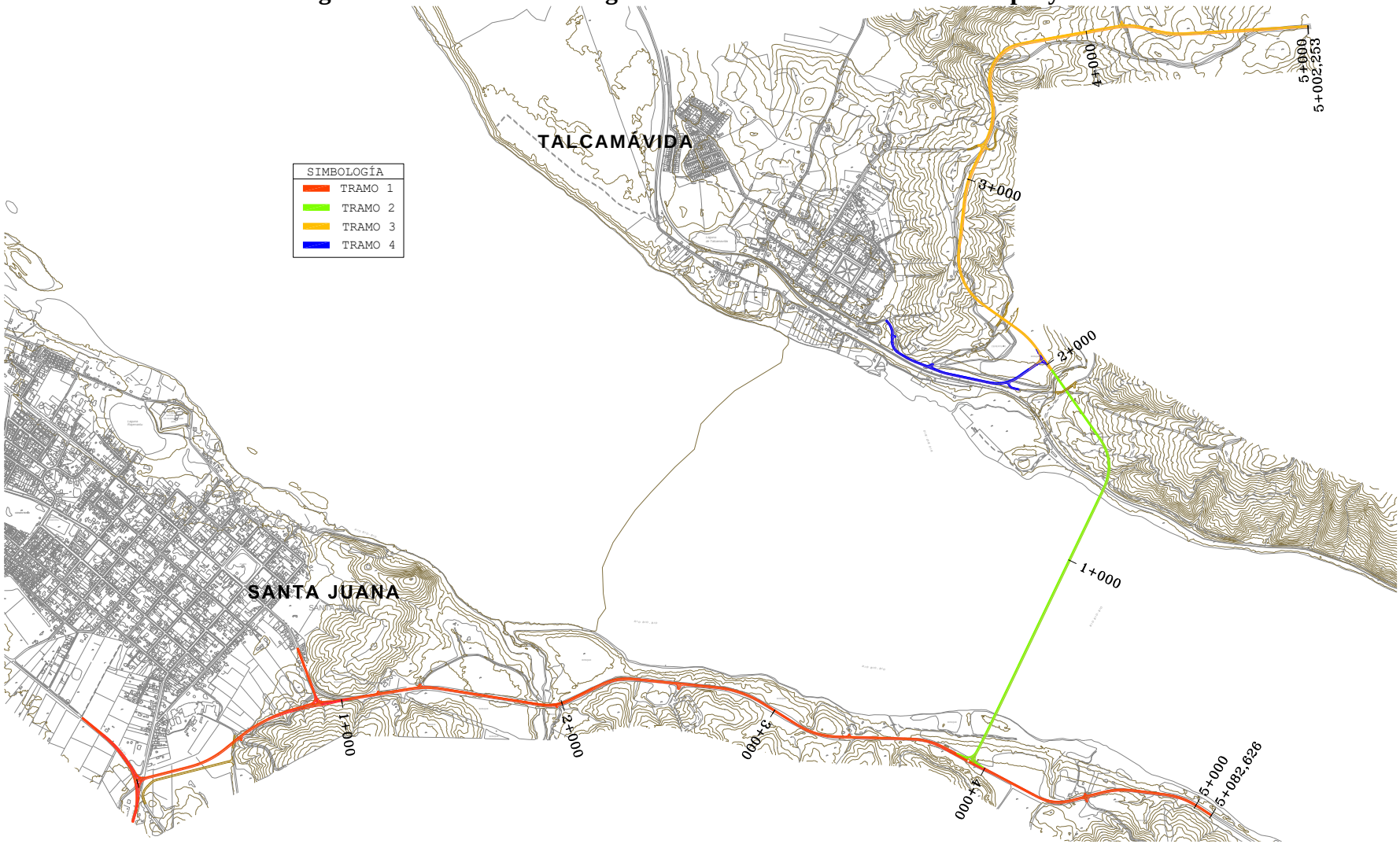
La alternativa seleccionada como resultado de la Evaluación Multicriterio, a nivel de diseños preliminares, corresponde a un puente emplazado en Santa Juana, algunos Km aguas arriba de la ciudad, denominada Alternativa 2 B o Santa Juana Oriente en los desarrollo de etapas anteriores.

Para esta solución se desarrolla en el presente informe un anteproyecto del puente y sus accesos inmediatos, así como el de algunos proyectos complementarios que se estima serán necesarios en algún momento. La Figura adjunta muestra los diseños de ingeniería desarrollados a nivel de anteproyecto, escala 1:1.000. En ellos cabe distinguir 4 Tramos, a saber

Tramo 1:
Mejoramiento acceso desde el puente proyectado a Santa Juana (Ruta O-884).
Proyecto complementario, L= 5.083 m. El programa de la Dirección de Vialidad no contempla pavimentar el actual camino en todo el horizonte del proyecto. Sin embargo, el nivel de demanda esperado tras construir el puente podría justificar su pavimentación en algún momento.

Tramo 2:
Puente proyectado y sus accesos a la vialidad inmediata (Rutas O-884 y O-900), L= 2.028 m. Corresponde estrictamente al proyecto evaluado.

Figura Nº 6.1 : Diseños de Ingeniería desarrollados a nivel de Anteproyecto



Tramo 3:
Mejoramiento acceso desde el puente proyectado a Ruta O-60, hacia Rere.
L= 2.974 m. Proyecto complementario. El programa de la Dirección de Vialidad contempla pavimentar la ruta completa entre Talcamávida y Rere hacia el 2025, pero no considera el mejoramiento del trazado que podría ser recomendable al existir el puente.

Tramo 4:
Mejoramiento acceso desde puente proyectado a Talcamávida (Ruta O-800), L= 1.153 m. Proyecto complementario. El programa de la Dirección de Vialidad contempla habilitar el eje completo San Rosendo – Talcamávida, pavimentado, hacia el 2025. Al existir el puente, el extremo poniente de esta conexión podría ameritar ser pavimentada antes.

6.1 Anteproyecto Puente

6.1.1 Síntesis

6.1.1.1 Introducción

Las características del río en la zona, la longitud del puente, su altura y la experiencia en puentes similares del sector, orientan a proponer un puente cuya tipología es un tablero de vigas de fábrica, con estribos y cepas fundadas en pilotes.

La solución propuesta en este caso, se inicia y termina en una zona despoblada bastante escarpada. El encaje es bastante amigable con el río, ya que no presenta esviaje, y se inicia y termina en zonas altas y protegidas, especialmente en la entrada norte, sector de Talcamávida, donde la estructura se proyecta con rasante alta, con el fin de pasar sobre el ferrocarril y empalmar a buena cota.

Inicialmente la alternativa seleccionada tenía una longitud total de 1.165 m. Con los nuevos antecedentes recabados, la topografía del terreno y el proyecto vial desarrollado en una topografía de mayor precisión y con antecedentes de ingeniería básica (sondajes e hidráulica) adicionales específicos del sector de emplazamiento, se determinó la necesidad aumentar longitud inicial en 115m, llevando al puente a una longitud total de 1.280 m. Dado que la longitud es un aspecto relevante a la hora de valorar la estructura, esta situación sin duda que redunda en mayores costos. Adicionalmente, el puente presenta mayor altura.

El anteproyecto de la estructura que se presenta a continuación, se basa en la información vial: planta vial general y perfil longitudinal del eje, desarrollada también a nivel de anteproyecto. Las estructuras se encajan en la información vial descrita, sin intervenir en ella, ajustándose a todos sus requerimientos.

Se cuenta además con la estratigrafía, clasificación y NSTP de 3 sondajes, uno en cada ribera y otro en el lecho del río, realizados por TERRASONDA y con el Informe Hidráulico elaborado por el especialista. Si bien los sondajes son algo corto a la luz de la profundidad estimada de fundación, permiten identificar los estratos de apoyo y sus parámetros de diseño.

6.1.1.2 Descripción de la Estructura

La estructura proyectada se sitúa entre el Dm 0.111,000 y el Dm 1.391,000 del eje de trazado vial.

En sector de emplazamiento de la estructura, el eje de trazado describe en planta una curva de radio igual a 1.50 m al ingrese de la estructura, que empalma con una recta que atraviesa en recta el río, ésta a su vez empalma con una curva de radio R=200 m con clotoide de parámetro A=120. En alzado describe una recta ascendente de pendiente 1,40%. La sección transversal tiene un bombeo constante de 2,50%, constante en toda la extensión de la estructura, hacia ambos costados.

El ancho del río supera los 1.000 m en el sector y es atravesado sin esviaje por el nuevo puente proyectado. De acuerdo al sondaje realizado en el lecho, éste se compone de un estrato de arenas limpias mal graduadas de compacidad baja de aproximadamente 12 m de espesor, bajo este estrato subyace un estrato de gravas de mejor calidad

Se proponen como solución una estructura de 31 vanos de 40 m cada uno, con lo que se obtiene una longitud total de 1.240 m medidos por el desarrollo del eje de proyecto entre juntas de dilatación. La solución propuesta se compone de un tablero de vigas pretensadas y losa de hormigón in situ.

El tablero es de 13,73 m ancho de total, lo que da cabida a una calzada de 7,00 m, bermas a ambos lados de 1,50 m, espacios de 0.365 m a cada lado de las bermas para la colocación de una defensa tipo f alta y un pasillo a cada lado de 1,50m.

El tablero se materializa mediante una losa de hormigón in-situ, de 0,20 m de espesor mínimo, con un bombeo transversal de 2,50%.

La losa del tablero se apoya sobre 4 vigas de hormigón pretensado de canto igual a 2,25 m. La relación canto/luz resultante es de 1/18. El eje de las vigas exteriores se ubica a 1,84m los extremos de la losa, con lo que las vigas quedan separadas 3,35 m entre ejes.

A continuación se presenta la disposición general de la estructura tanto en planta como en elevación y sus secciones transversales tipo.

Figura Nº 6.2 : Planta Estructura. Estribo E-1 A Cepa C-6

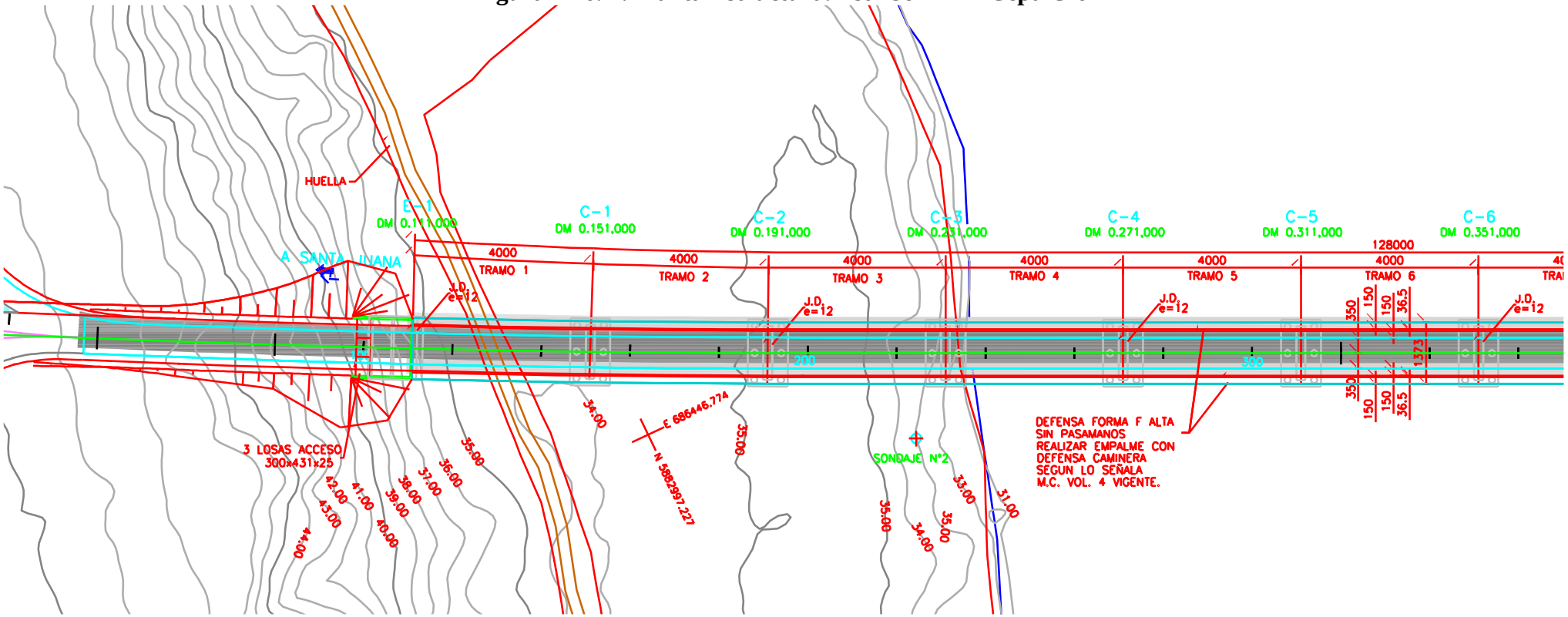


Figura Nº 6.3 : Planta Estructura. Cepa C-6 A Cepa C-12

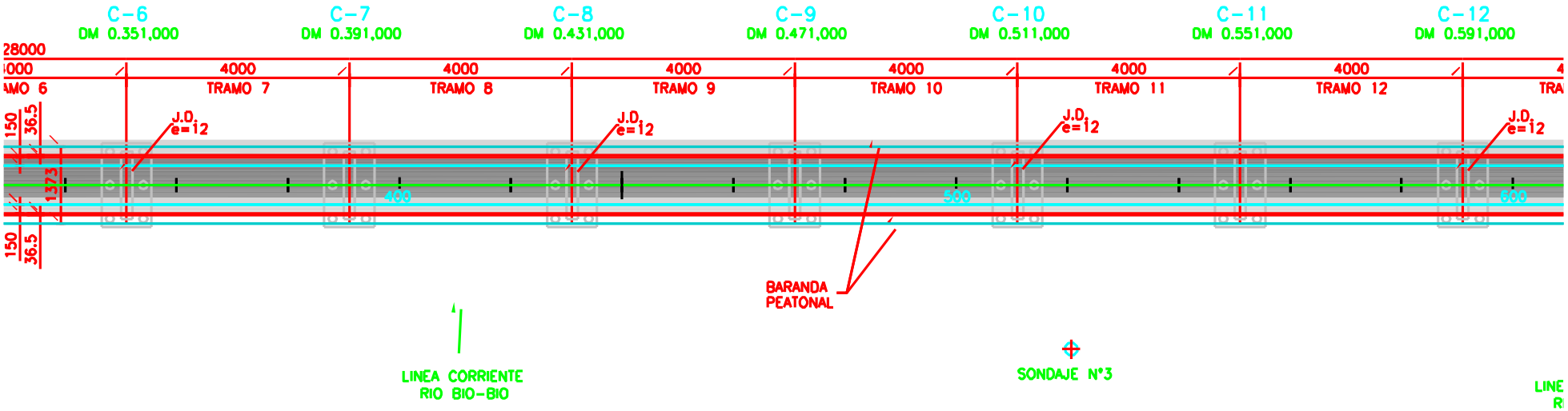


Figura Nº 6.4 : Planta Estructura. Cepa C-12 A Cepa C-18

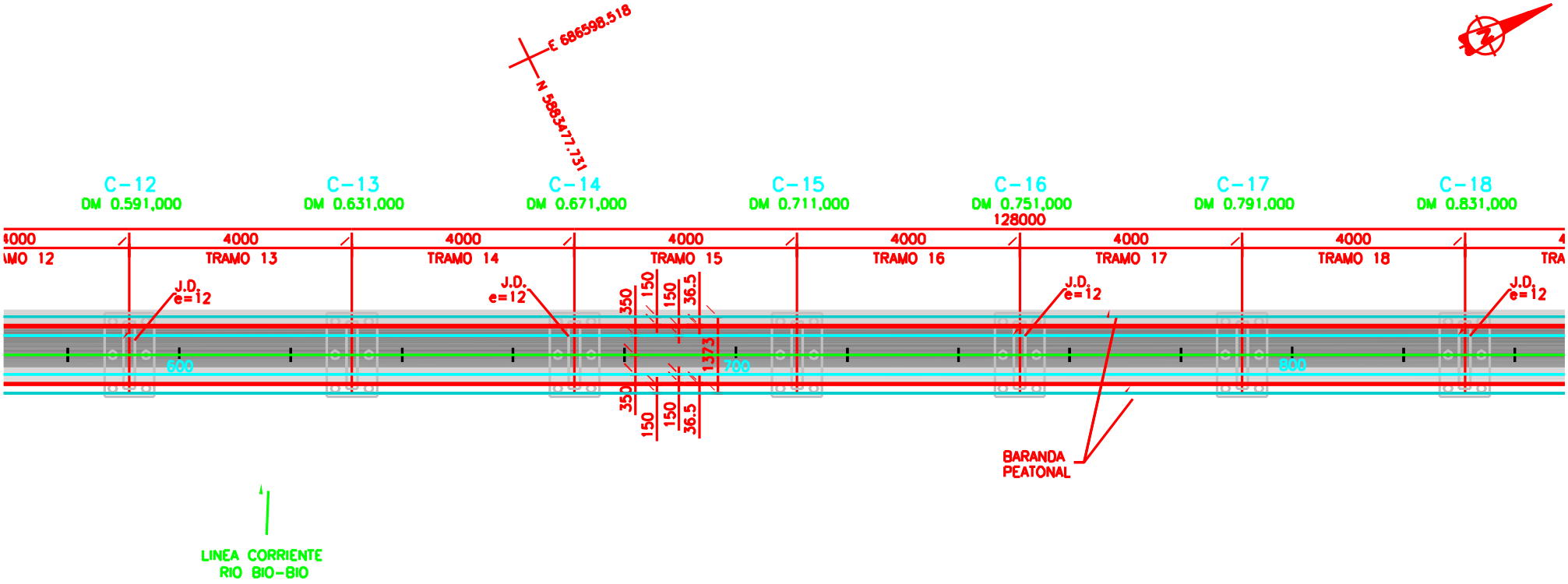


Figura Nº 6.5 : Planta Estructura. Cepa C-18 A Cepa C-24

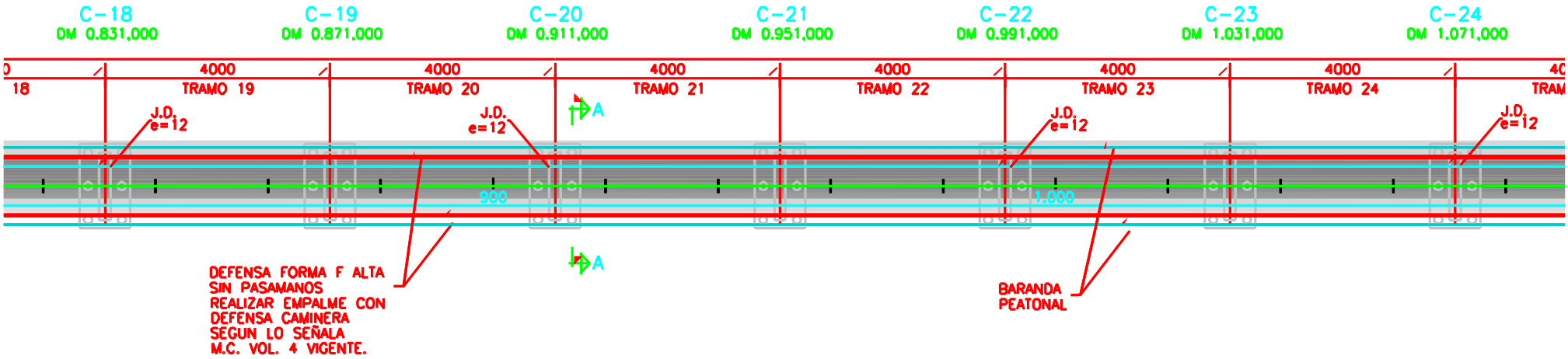


Figura Nº 6.6 : Planta Estructura. Cepa C-24 A Estribo E-2

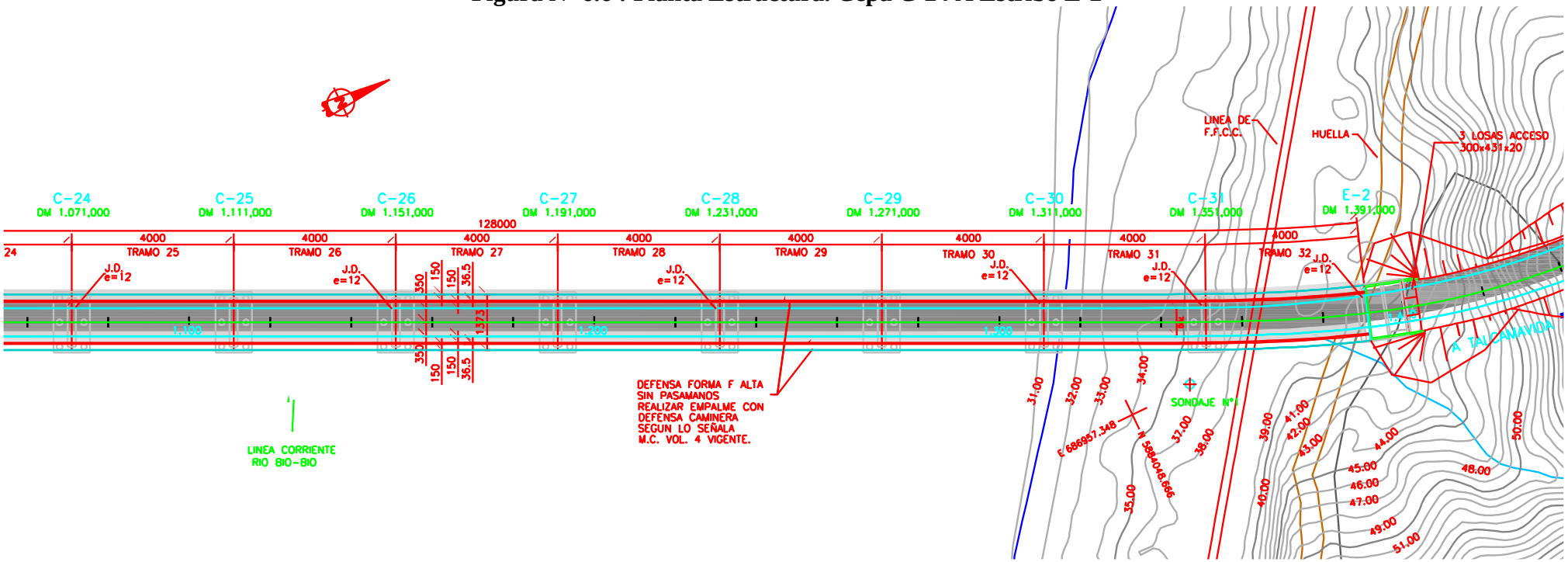
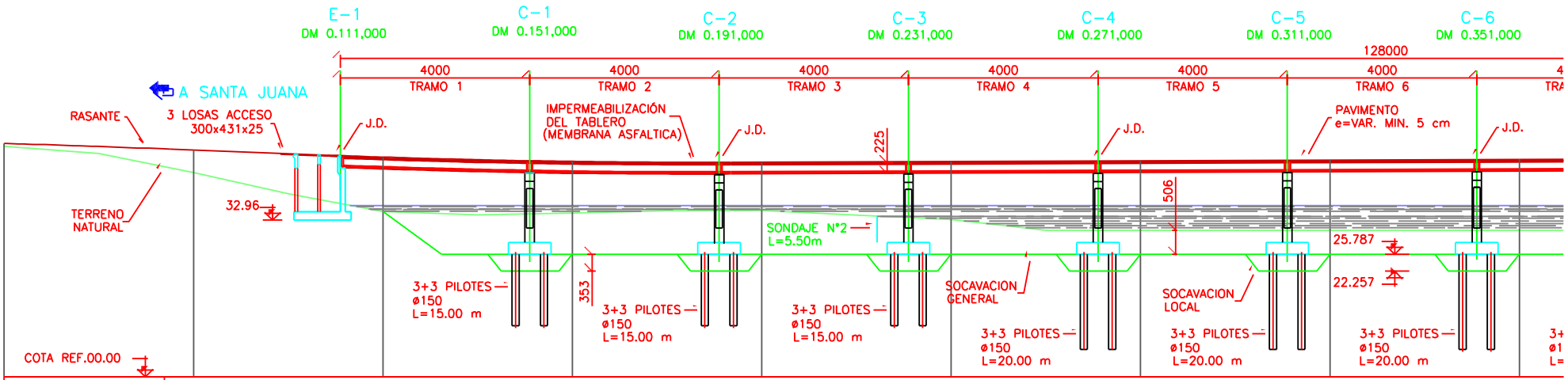
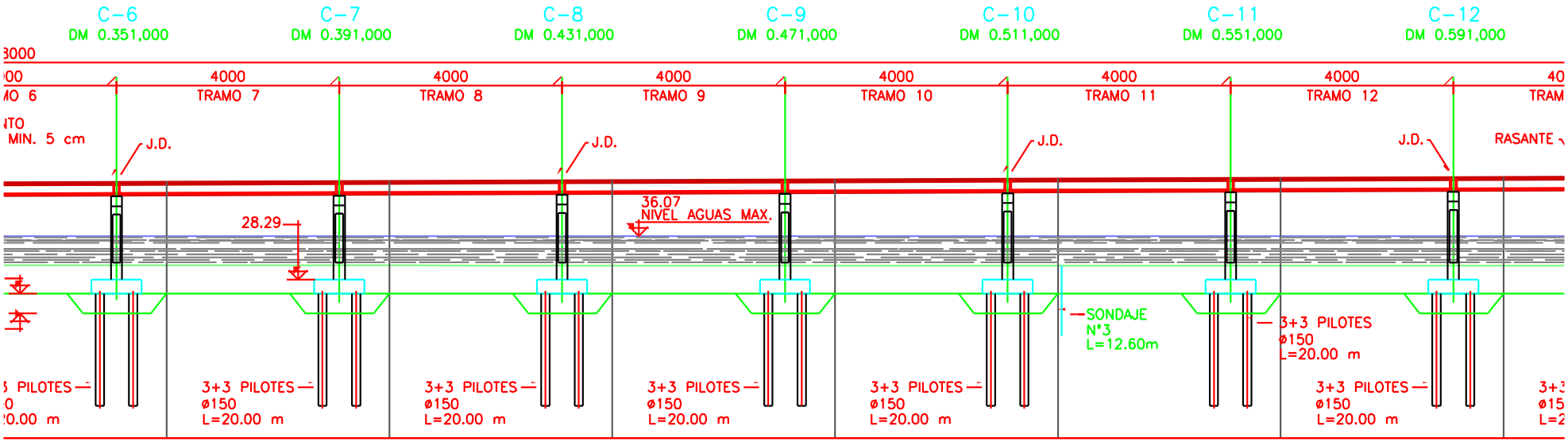


Figura Nº 6.7 : Perfil Longitudinal. Estribo E-1 A Cepa C-6



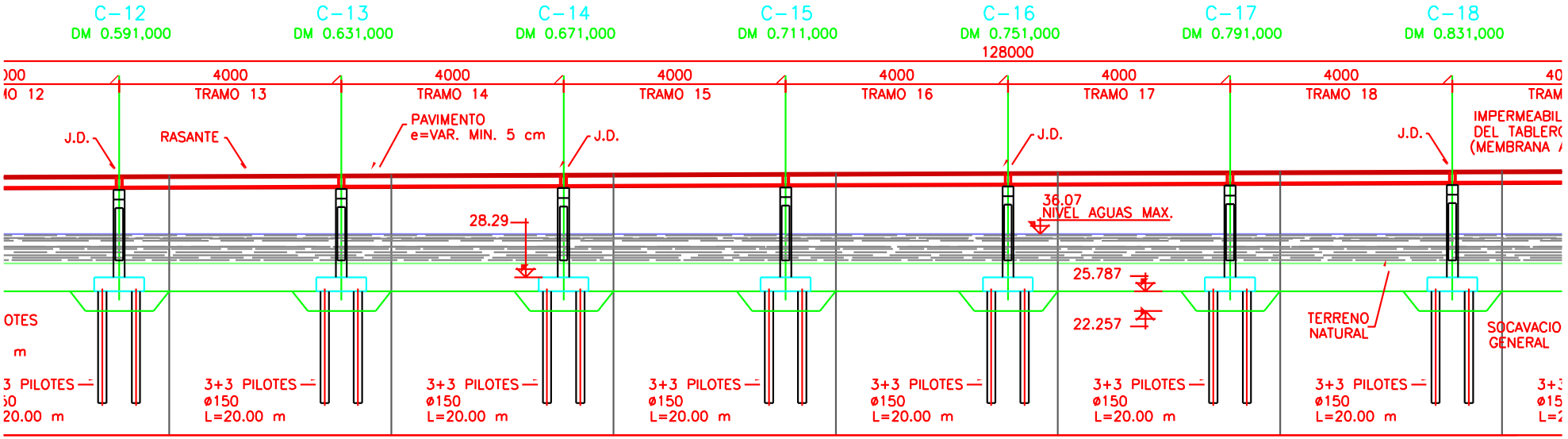
GRADIENTE Y PENDIENTES	-3,80%							
COTA RASANTE	47,725	46,237	45,332	45,197	45,337	45,477	45,617	45,757
COTA TERRENO	43,000	34,766	34,419	35,000	33,093	30,849	30,830	30,823
DIST. ACUMULADAS	80,000	120,000	160,000	200,000	240,000	280,000	320,000	360,000
KILOMETRAJE				0,20				

Figura Nº 6.8 : Perfil Longitudinal. Cepa C-6 A Cepa C-12



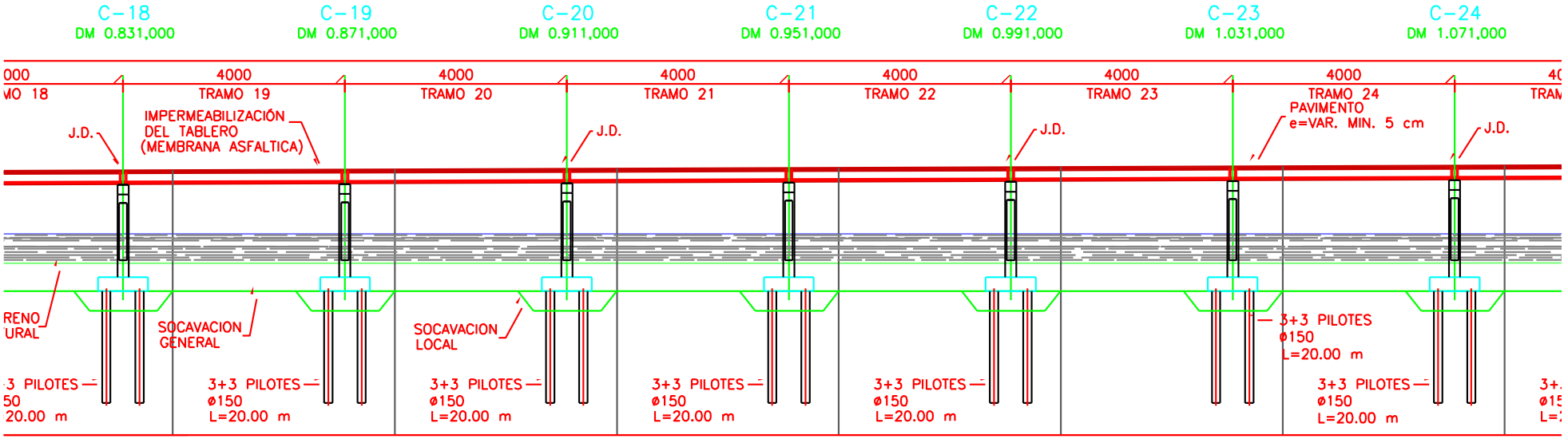
45,757	45,897	46,037	46,177	46,317	46,457	46,597
30,823	30,817	30,813	30,810	30,806	30,804	30,805
360,000	400,000	440,000	480,000	520,000	560,000	600,000
	0,40					0,60

Figura Nº 6.9 : Perfil Longitudinal. Cepa C-12 A Cepa C-18



46,597	46,737	46,877	47,017	47,157	47,297	47,437
30,805	30,807	30,808	30,810	30,810	30,805	30,800
600,000	640,000	680,000	720,000	760,000	800,000	840,000
0,60					0,80	

Figura Nº 6.10 : Perfil Longitudinal. Cepa C-18 A Cepa C-24



47,437	47,577	47,717	47,857	47,997	48,137	48,277
30,800	30,794	30,787	30,794	30,802	30,810	30,818
840,000	880,000	920,000	960,000	0,000	40,000	80,000
				1,00		

Figura Nº 6.11 : Perfil Longitudinal. Cepa C-24 A Estribo E-2

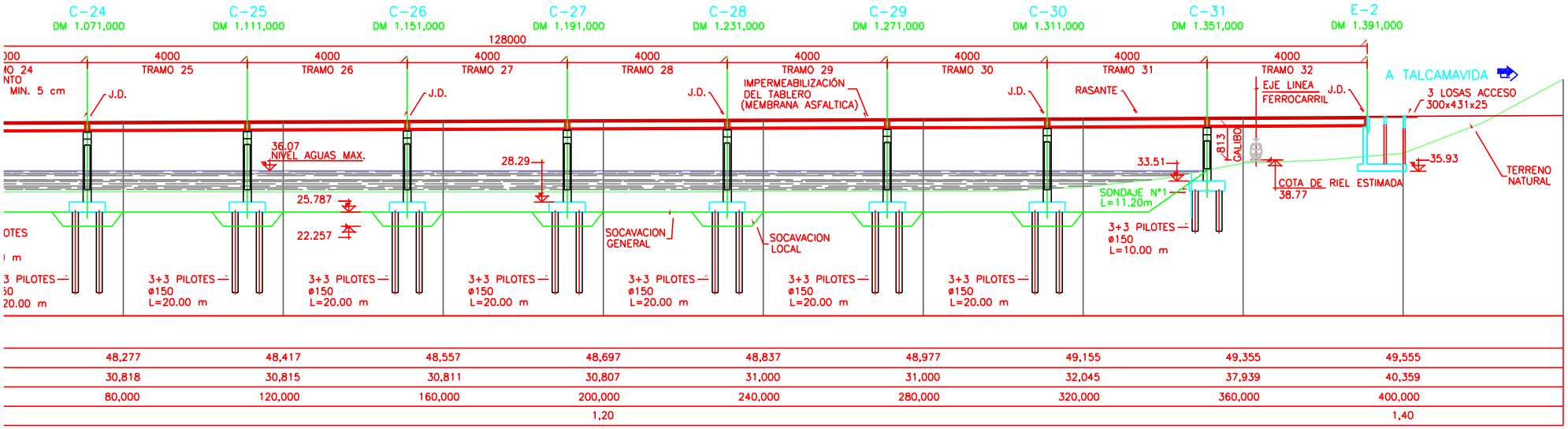
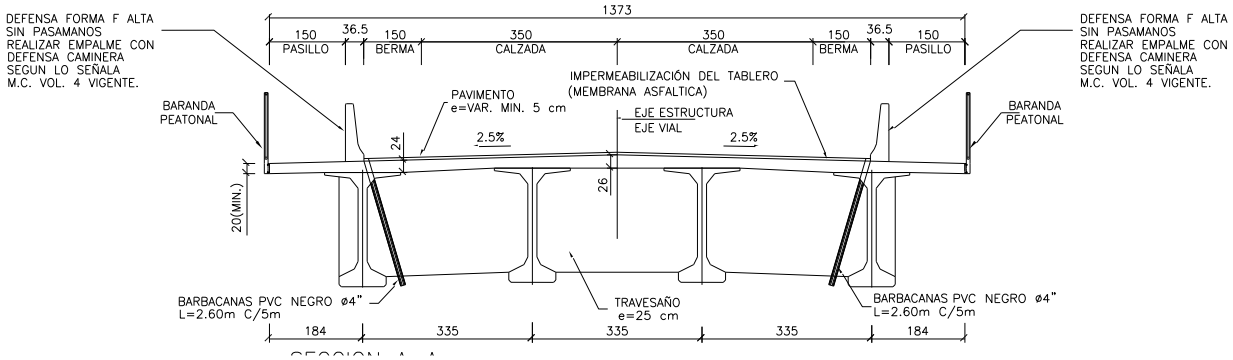
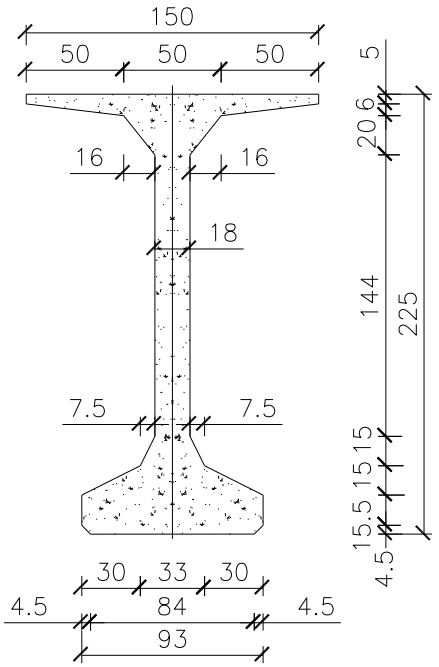


Figura Nº 6.12 : Sección Transversal De La Viga Pretensada

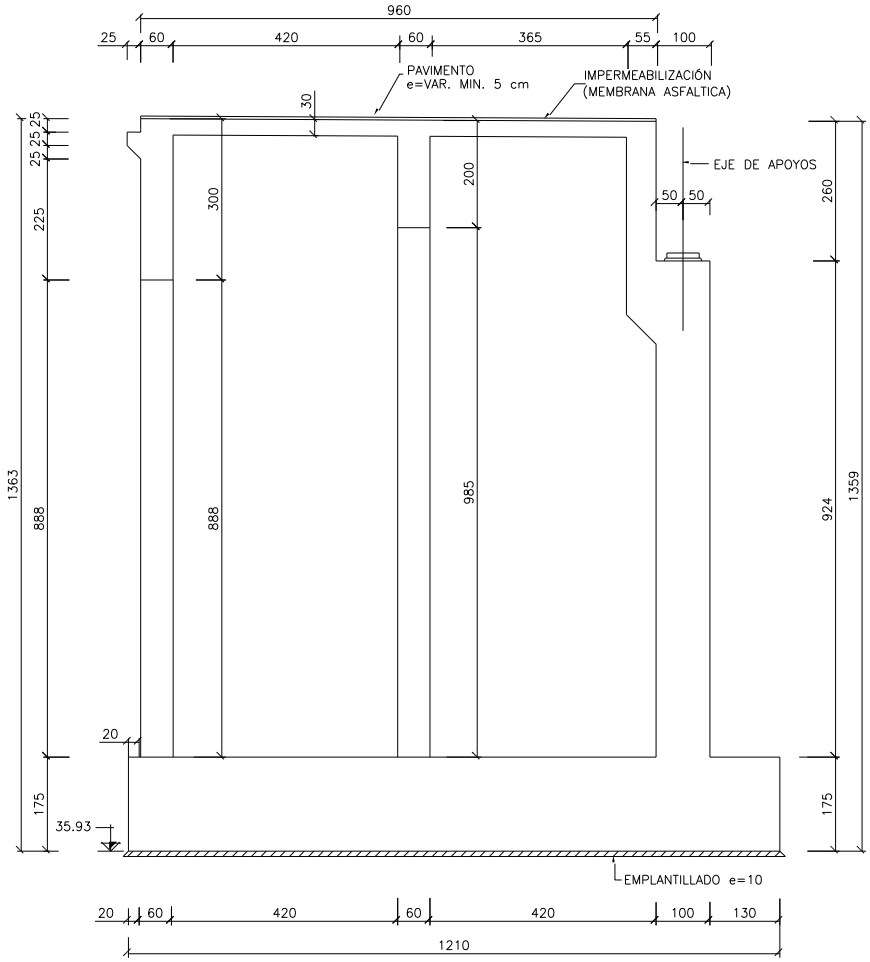


SECCION TRANSVERSAL



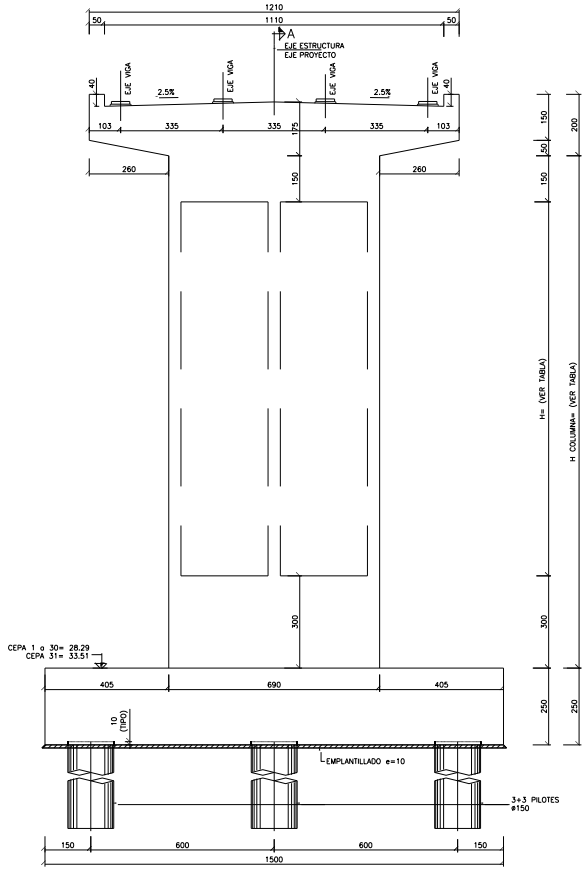
Los estribos son del tipo hueco. Se proyectan con un muro frontal de hormigón armado de 1,00 m de espesor y 8,25 m de altura, por los costados se disponen muros ala de 9,60 m de longitud, 11,85 m de altura y 0,40 m de espesor, apoyados sobre contrafuertes de canto variable entre 1,00 m y 1,50 m y de 0,60 m de espesor. La losa superior es de 0,20 m de espesor y se apoya de manera continua sobre los muros alas, el espaldar del estribo y sobre dos vigas transversales de 2,00 m y 3,00 m de canto y 0.60 m de espesor, que forman un marco continúo con los contrafuertes de las alas. Los estribos se fundan de manera directa en el terreno sobre zapatas de 1,75 m de espesor y 12,10 m de ancho.

Figura Nº 6.13 : Geometría Estribos



Las cepas se componen de un dintel de 1,75 m x 1,60 m de sección y 12,10 m de largo apoyado sobre muros ahuecados de sección rectangular de 2,00 m x 6,90 m. La sección del muro tiene 2 aligeramientos de 1,20 m x 2,85 m en su parte central desde 3,00 m de la base a 1,50 antes de llegar al dintel, el espesor de pared en la zona aligerada es de 0,40 m. Las cepas tienen alturas que varían entre 14,60 m y 18,60 m medidas desde la cara superior de los encepados. Se apoyan sobre un encepado de 2,50 m de canto, 6,90 m de longitud y 12,40 m de ancho, soportado por 6 pilotes de 1,50 m de diámetro y 25,00 m de longitud.

Figura Nº 6.14 : Geometría Cepas



Los pilotes están condicionados a penetrar a lo menos 10 m en el estrato de grava se subyace al estrato arenoso del lecho.

De acuerdo al informe hidráulico se han estimado 4,78 m de socavación genera y 3,53 m de socavación local en las cepas. Los estribos se ubican fuera de la zona de inundación del río por lo que no se encuentran afectos a socavación.

La estructura cuenta con juntas de dilatación elastoméricas en todos los tramos, tanto en estribos como en cepas. Cuenta además con defensas de hormigón tipo F sin pasamanos, y barandas metálicas peatonales extremas. Las vigas se apoyan sobre neoprenos zunchados.

Como criterios de encaje de la estructura se ha dispuesto las siguientes medidas:

- Se ubicaron ambos estribos fuera del cauce para eliminar los efectos de la socavación sobre ellos, lo que orienta a utilizar fundaciones de tipo superficial.

Con el fin de limitar las excavaciones que se requieren para su construcción los encepados se han apoyado a 5,0 m de profundidad. Cabe hacer notar que las excavaciones se deben realizar en arenas sueltas y con agotamiento, profundidades mayores a los 5,0 m podrían requerir de entibaciones o tablestacado especiales para su realización. Por este motivo es que se ha decidido potenciar la utilización de pilotes de mayor longitud, reduciendo la profundidad de las excavaciones. Los 5,0 m de profundidad del apoyo del encepado coinciden con la socavación general del lecho, por lo que el encepado quedará lamentablemente quedará sobre esta cota.

6.1.2 Ingeniería Básica

6.1.2.1 Topografía

El proyecto de la estructura se presenta sobre el proyecto vial, el que se desarrolló sobre una topografía de terreno. El encaje del puente en planta y elevación, se efectúa sobre la información entregada por el proyectista vial, de manera de no intervenir dicha información al diseñar la estructura.

El proyecto de la estructura se basó en la información siguiente:

- Planta donde están representados el eje vial, pistas, pasillos, aceras, bandejones y bermas de la calzada. La planta representa también las líneas de nivel del terreno, con cotas y servicios afectados.

- Planos con elevación longitudinal y secciones transversales.

Toda esta información es generada con el programa proyectista vial y es utilizada por el equipo de diseño de estructuras sin que pueda ser afectada.

6.1.2.2 Geotecnia

Se realizaron 3 sondajes de exploración uno en cada ribera y otro en el lecho del río. Los sondajes tienen 11,16 m, 5,54 m y 12,57 m de profundidad.

No se cuenta con informe geotécnico específico para este proyecto, por lo que las características resistentes del suelo fueron estimadas utilizando la información recopilada en terreno y la experiencia del proyectista en puentes de este tipo.

Todas las hipótesis de diseño deben ser validadas durante la etapa de proyecto definitivo, a través de la realización de sondajes de mayor profundidad en el lecho y con un informe geotécnico elaborado por un especialista, donde se caracterice el suelo de apoyo y se entreguen parámetros de diseño.

En el Volumen de Anteproyecto de esta entrega final correspondiente se entrega el informe preparado por el equipo de exploración de terreno, utilizado en el proyecto.

6.1.2.3 Hidrología, Hidráulica y Mecánica Fluvial

En el Informe Hidráulico completo se encuentra en el Volumen 1 Tomo 2 Ingeniería Básica.

Las conclusiones de dicho estudio indican a que la cota de aguas máximas para el período de retorno T=200 años es de 36,07 m, la que se cumple de manera holgada con la rasante impuesta por el camino. La verificación para T=300 años indica una cota de aguas máximas de 36,18 m.

El estudio de socavaciones en tanto, señala una socavación general del lecho de 4,78 m, sin embargo el especialista recomienda utilizar una socavación general de 5,00 m que es el

valor adoptado en el proyecto del puente. La socavación local en cepas se estima 3,53 m, lo que arroja un valor de socavación total de 8,53 m en cepas.

Los estribos se han ubicado fuera del lecho del río por lo que se ha desestimado la socavación calculada en un principio para el estribo sur, que se indica en el informe hidráulico.

El sello de fundación del encepado de pilotes se ha localizado al nivel de la socavación general, con el fin de controlar el proceso de excavación en el suelo arenoso superficial.

El informe hidráulico también orienta a utilizar el 100% de la socavación total en el estudio sísmico del la estructura.

6.1.3 Bases de Diseño

6.1.3.1 Normativa y Documentos Relacionados

- Standard Specifications for Highway Bridges, adopted by American Association of State Highway and Transportation Officials (AAHSTO). 17th edition. Washington (Estados Unidos de América) 2002. La sobrecarga de tráfico definida en este documento se ha considerado con su valor incrementado en un 20%.

- Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318-2008). American Concrete Institute, ACI.

- Manual de Carreteras. Volumen Nº3. Instrucciones y Criterios de Diseño, Vigente. Ministerio de Obras Públicas.

- Manual de Carreteras. Volumen Nº 5. Especificaciones Técnicas, Vigente, Ministerio de Obras Públicas.

- Informe de Mecánica de Suelos EMS 141 -2009/01. "Estudio de Prefactibilidad Construcción Puente en Río Bíobío, Sector Chiguayante – Laja, VII Región. Terrasonda".

6.1.3.2 Materiales

Los materiales utilizados para el cálculo de la estructura son los siguientes:

- Hormigón

Elevaciones	H-30	(f'c=25 MPa)
Losa	H-30	(f'c=25 MPa)
Fundaciones	H-30	(f'c=25 MPa)
Encepados	H-30	(f'c=25 MPa)

Pilotes	H-30	(f'c=25 MPa)
Vigas Pretensadas	H-55	(f'c=50 MPa)

- Acero Pasivo

  A 63-42 H con resaltes

  Límite elástico : fy= 4.200 kg/cm^2

- Acero de pretensado

  Grado 270 de baja relajación (ASTM A416-06)

  Resistencia última a tracción : f's=19.000 kg/cm^2

- Relleno del trasdós

  Se emplea relleno estructural permeable, de acuerdo a la sección 5.206 del Manual de Carreteras.

  Peso Específico : □□= 2,20 ton/m³

  Ángulo de Fricción : □□= 35º

  Cohesión : c = 0 ton/m²

6.1.3.3 Solicitaciones

Peso Propio y Cargas Permanentes

- Peso propio (*DL*). Peso unitario del hormigón : γ_c = 2,5 ton/m^3
- Pavimento (*DL*). Peso unitario del pavimento : γ_p = 2,4 ton/m^3
- Rellenos (DL). Peso unitario del relleno : □$_R$ = 2,2 ton/m³

Carga Móvil

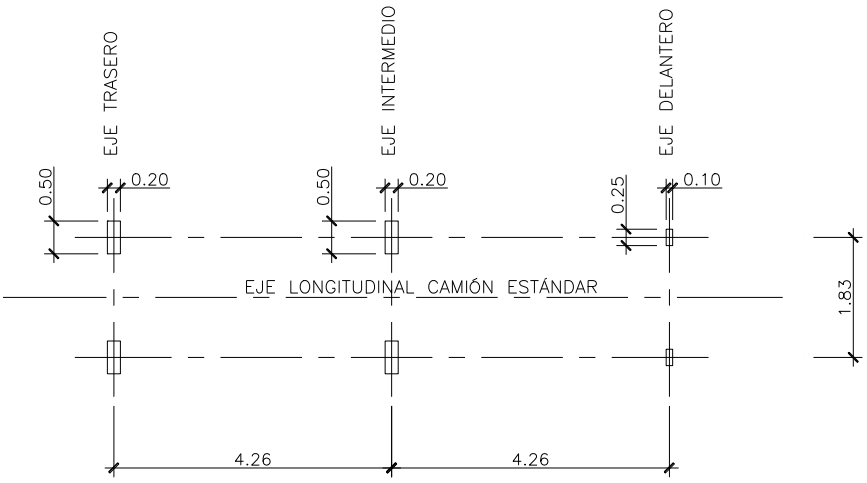
- Sobrecarga de tráfico (LL). La sobrecarga de tráfico se ha considerado de acuerdo con la normativa AASHTO (17ª Edición) más un 20%. Por lo tanto se ha adoptado el camión AASHTO HS20-44 +20% o, en forma alternativa, la carga de faja correspondiente.

Cuadro Nº 6.1 : Camión AASTHO Distribución de Cargas

Eje	$Q_{derecha}$ (Ton)	$Q_{izquierda}$ (Ton)
Delantero	2,20	2,20
Intermedio	8,70	8,70
Trasero	8,70	8,70

En la figura siguiente se muestra un croquis en planta del camión estándar.

Figura Nº 6.15 : Camión AASTHO Croquis en Planta



El número de camiones se considera igual al número de carriles de la calzada superior.

Se consideran además en el cálculo de la superestructura un coeficiente de distribución transversal de la carga de rueda y un coeficiente de impacto de acuerdo a lo señalado por AASTHO 2002.

Empuje de Tierras Sobre Muros

- Empuje Estático (Ea). Para el cálculo de los empujes de tierras se consideran las características del relleno definido en el punto anterior.

- Empuje Sísmico (Es). El incremento de los empujes de tierra producto del sismo, que se desarrolla hasta el nivel de la sub-rasante, se evalúa según la expresión de Mononobe- Okabe, utilizando los parámetros señalados en las características del relleno y un coeficiente de aceleración sísmica horizontal Cs=0,20. El empuje actúa como un triángulo invertido en el trasdós del muro.

- Sobrecarga de tráfico (Esc). De acuerdo con la normativa AASHTO, se ha considerado el peso de un relleno de 2 pies de altura actuando a nivel de rasante del eje superior.

Fuerzas Sísmicas Inerciales

- Fuerzas Sísmicas Inerciales (S): Se consideran la inercia sísmica del tablero, los estribos y los rellenos del trasdós de los muros. El diseño sísmico se realiza de acuerdo al Método del Coeficiente Sísmico Modificado por la Respuesta Estructural descrito en el párrafo 3.1004.309(2) del Manual de Carreteras Vol. 3.

El valor del coeficiente sísmico horizontal, según este método es el siguiente:

$$K_h(T_n) = \begin{cases} 1.5 \cdot K_1 \cdot S \cdot \dfrac{A_0}{g} & T_n \le T_1 \\ \dfrac{K_1 \cdot K_2 \cdot S \cdot A_0}{g \cdot T_n^{2/3}} & T_1 < T_n \end{cases}$$

K1: coeficiente de importancia, valor varía según el coeficiente de importancia (CI) definido en la Tabla 3.1004.309(1).A.

K2: constante espectral definido en la Tabla 3.1004.309(2).A.

S: coeficiente de suelo definido en Tabla 3.1004.308.A del Manual de Carreteras.

A0: aceleración efectiva máxima definida en Tabla 3.1004.302.A

T1: constante espectral definido en la Tabla 3.1004.309(2).A.

Tn: período fundamental de la estructura en la dirección de análisis.

Para el cálculo se consideró suelo tipo II, predominante en los apoyos de la estructura.

La estructura se ubica en Zona Sísmica 3, por lo que le corresponde una aceleración máxima efectiva de 0.40g.

6.1.3.4 Combinaciones de Carga

Combinaciones en Estado Límite Último

- Situación Estática

i. 1.30 x (DL + 1.67 x (LL+I) + 1.30 x E_a + 1.30 x E_{sc})
ii. 1.30 x (0.75 x DL + 1.67 x (LL+I) + 1.30 x E_a + 1.30 x E_{sc})

Donde:

DL:	Cargas permanentes
LL+I:	Envolvente de sobrecarga móvil HS 20-44 +20%, incluyendo coeficiente de impacto
E_a:	Empuje activo del terreno
E_{sc}:	Empuje del terreno debido a la sobrecarga de uso

- Situación Sísmica

iii. 1.30 x (DL + S_X + 0.3 x S_y +1.30 x E_a + 1.30 x E_s)

iv. $1.30 \times (0.75 \times DL + S_X + 0.30 \times S_y + 1.30 \times E_a + 1.30 \times E_s)$

v. $1.30 \times (DL + 0.30 \times S_X + S_y + 1.30 \times E_a + 1.30 \times E_s)$

vi. $1.30 \times (0.75 \times DL + 0.30 \times S_X + S_y + 1.30 \times E_a + 1.30 \times E_s)$

Donde:

DL:	Cargas permanentes
E_a:	Empuje activo del terreno
E_s:	Empuje sísmico del terreno
S_x:	Sismo en dirección x
S_y:	Sismo en dirección y

Combinaciones en Servicio

- Situación Estática

i. $DL + (LL+I) + E_a + E_{sc}$

Donde:

DL:	Cargas permanentes
LL+I:	Envolvente de sobrecarga móvil HS 20-44 +20%, incluyendo coeficiente de impacto
E_a:	Empuje activo del terreno
E_{sc}:	Empuje del terreno debido a la sobrecarga

- Situación Sísmica

ii. $DL + S_x + 0.3 \times S_y + E_a + E_s$

iii. $DL + 0.3 \times S_x + S_y + E_a + E_s$

Donde:

DL:	Cargas permanentes
E_a:	Empuje activo del terreno
E_s:	Empuje sísmico del terreno
S_x:	Sismo en dirección x
S_y:	Sismo en dirección y

6.1.3.5 Criterios de Diseño

Cuantías Máximas y Mínimas

Flexión

- Cuantías máximas

El Art. 8.16.3.1 de AASHTO 2002 limita la cuantía de flexión, □, al valor 0.75□□b, siendo □b, la cuantía correspondiente a la situación balanceada de la sección (momento límite, correspondiente al agotamiento del hormigón, 3‰, y plastificación del acero). En elementos con armadura de compresión, no es necesario reducir la parte de □b equilibrada por la armadura de compresión mediante el factor 0.75.

- Cuantías mínimas

El Art. 8.17.1 de AASHTO 2002 establece como cuantía mínima de elementos sometidos a flexión la armadura estricta correspondiente a un momento solicitante igual a 1.2Mcr, siendo Mcr el momento de fisuración de la sección. La resistencia a tracción,

$$f_r = 1.970\sqrt{f_c'} \qquad \left[f_c', f_r \text{ en kg/cm}^2\right]$$

$$M_{cr} = W \cdot f_r$$

fr, que se considera es (Art 8.15.2.1.1 AASHTO 2002):

Flexocompresión

Según lo indicado en el Art. 7.6.2 de la División I-A de AASTHO 2002, la armadura longitudinal en elementos sometidos a flexo compresión debe verificar:

$0.01 \cdot A_g < A_s < 0.06 \cdot A_g$

Siendo A_g el área bruta de la sección.

Corte

- Cuantía mínima

El Art. 8.19. de AASHTO propone como armadura transversal mínima el siguiente valor:

$$\frac{A_v}{s} \geq \frac{345 \cdot b_w}{f_y}$$

Con bw en centímetros y fy en kg/cm2, se obtiene Av/s en cm2/m.

Armadura de retracción y temperatura

En el apartado 3.1003.608 del Volumen 3 del Manual de Carreteras, se especifica la armadura mínima a disponer en cada cara y en cada dirección para distintos espesores por metros de largo. La siguiente tabla indica la armadura mínima por retracción y temperatura.

H [cm]	$\rho_{mín}$ [‰]	$A_{mín}$ [cm^2xcara/m]
20	1.57	3.14
25	1.255	3.14
30	1.2	3.60
35	1.1	3.85
40	1.0	4.00
50	0.9	4.50
60	0.9	5.40
70	0.9	6.30
80	0.9	7.20
90	0.9	8.10
100	0.9	9.00
110	0.9	9.90
120	0.9	10.80
130	0.9	11.70
140	0.9	12.60
150	0.9	13.50

La armadura mínima a disponer en elementos de hormigón armado de espesores menores a 120 cm será 10 a 25. El espaciamiento máximo permitido será 25 [cm].

En elementos con espesor mayor a 120 cm el diámetro mínimo a colocar será 18 y el espaciamiento máximo será de 25 cm.

Recubrimientos

- Cara superior de losa : 4,0 cm.
- Vigas y resto de tablero : 2,5 cm.
- Elevaciones : 5,0 cm.
- Columnas : 5,0 cm.
- Fundaciones : 5,0 cm.
- Encepados : 5,0 cm.
- Pilotes : 7,5 cm.

Profundidad y Tipo de Fundación

Los criterios de diseño que se han considerado en el proyecto de estructura, han sido los que se enumeran en el Manual de Carreteras Capítulo 3.1000.

Los estribos se fundan de forma directa en arena limpia compacta. El sello de fundación se encuentra a los menos 3,50 m bajo el terreno existente

Las cepas se fundan sobre pilotes pre-excavados de hormigón apoyados sobre grava fluvial compacta. Los pilotes deben penetrar a los menos 10 m en el estrato de grava.

Factores de Seguridad al Deslizamiento y al Volcamiento

Para el diseño de los estribos se establece los siguientes valores como factores de seguridad.

- Factor de seguridad estático al deslizamiento FSED /1.50
- Factor de seguridad estático al volcamiento FSEV /1.50
- Factor de seguridad sísmico al deslizamiento FSSD /1.10
- Factor de seguridad sísmico al volcamiento FSSV /1.25·FSSD

La condición FSSV≥1.15 FSSD no será exigible si se verifica FSSV≥1.0 para Cs =0.30.

Tensiones Admisibles y Áreas Mínimas de Compresión

Para el diseño de los estribos se estiman los siguientes valores de diseño:

Estática	:	2,50 kg/cm²
Sísmica	:	3,50 kg/cm²
% Compresión	:	80%

Para el diseño de los pilotes se estiman los siguientes valores de diseño de la carga admisible estática:

Cadm = 900 ton

Tadm = 115 ton + PPP

Donde PPP representa el peso propio del pilote sumergido en toneladas.

Para solicitaciones estáticas más sísmicas los valores de Cadm y Tadm se obtendrán multiplicando por 1.5 los valores estimados para la solicitación estática, salvo el sumando PPP.

El diámetro del pilote utilizado es de 1,50m y su longitud total estimada es de 25 m bajo el encepado.

6.1.4 Resumen de Resultados

6.1.4.1 Armadura Losa Tablero

ingeniería estructural
ogup & asociados

PROYECTO: 0806 - PU01 - Anteproyecto Puente Bío Bío

FECHA: 10 de Noviembre de 2009

1.- Datos del tablero:

f_y (Kg/cm^2):	4200
f'_C (Kg/cm^2):	250
E_{LOSA} (m):	0.20
ΔE_{LOSA} (m):	0.05
S_{VIGAS} (m):	3.35
$E_{PAVIMENTO}$ (m):	0.10
$A_{ALA\ SUP}$ (m):	1.50

S' (m): 2.60

$\frac{121}{\sqrt{S'}}$ 75.0 %

2.- Cálculo de momentos:

M_{DL}:	0.971 T-m
M_{LL}:	2.985 T-m
M_U:	7.74 T-m

$$M_{LL} = 0.80 \cdot P \cdot \left(\frac{S' + 0.61}{9.74}\right)$$

$$M_U = 1.30 \cdot (M_{DL} + 1.67 \cdot M_{LL})$$

3.- Cálculo de armaduras:

Armaduras superiores d = 15.40 cm

Rn: 36.27

Principal:	14.68 cm2/ml	Usar:	ϕ 12 @ 20 cm (15.71 cm2/ml) ϕ 16 @ 20 cm
Reparto:	4.73 cm2/ml	Usar:	ϕ 12 @ 20 cm (5.65 cm2/ml)

Armaduras inferiores d = 16.90 cm

Rn 30.12

Principal:	13.13 cm2/ml	Usar:	ϕ 10 @ 20 cm (13.98 cm2/ml) ϕ 16 @ 20 cm
Reparto:	8.79 cm2/ml	Usar:	ϕ 12 @ 10 cm (11.31 cm2/ml)

Resumen		Necesaria cm^2	Dispuesta cm^2	
Armadura Superior				
	Principal:	14.68	15.71	OK!
Armadura Inferior				
	Principal:	13.13	13.98	OK!
	Reparto:	8.79	11.31	OK!

6.1.4.2 Vigas Pretensadas l=40,00 M

PROYECTO: 0806 - PU01 - Anteproyecto Puente Bío Bío

FECHA: 21 de Octubre de 2009

DISEÑO VIGA HORMIGON PRETENSADO

A. CARACTERISTICAS GENERALES (m).-

Longitud total	Lt =	40.00	(m)	Esviaje	NO	
Longitud cálculo	L =	39.20	(m)	Ang. Esviaje	0.00	(grad)
Ancho calzada	B =	10.00	(m)			
Nro. pistas diseño	Nv =	2		S entre vigas	350	(cm)
				Espesor pav.	10.0	(cm)

B. MATERIALES .-

B.1 RESISTENCIA HORMIGON (Kg/cm2)

V. Pret.	28 d	f'c =	500	(Kg/cm²)	
	transf.	f'ci =	400	(Kg/cm²)	
Losa Colaborante		f'c =	250	(Kg/cm²)	

B.2 ACERO PRETENSADO (Kg/cm2, cm2)

Area 1 cordón	Ap1 =	1.400	(cm²)
Tensión ruptura	f's =	19000	(Kg/cm²)
Módulo elastic.	E p =	1970000	(Kg/cm²)
Baja relajación (SI=1 ; NO=0) ?		1	

C. CARGAS EXTERNAS .-

C.1 CARGA MUERTA (ton/m, ton) .-

Peso adic. a p.p.	q0 =	0.000	
Peso losa	q1 =	1.820	(Tn/m²)
Peso travesaño	Qtr =	8.969	
Carga permanente	q2 =	1.100	

C.2 SOBRECARGA MOVIL (AASHTO 96)

Camión Estándar	H S 20 - 44 +	20	%	
Coefic. Impacto	CI =	1.197		
Coefic. Distrib.	CD =	2.088		
Coefic. Reducción	CR =	1.000		

C.3 HUMEDAD RELATIVA RH (%) = 70

D. TENSIONES ADMISIBLES .-

D.1 HORMIGON (Kg/cm2) .-

Viga pretensada :

Temporalmente (antes perd. difer.)		compresión	fc = 0.60 f'ci =	240.0
En servicio (despues perdidas)		compresión (sin sobrec.movil)	fc = 0.40 f'c =	200.0
		compresión (con sobrec.movil)	fc = 0.60 f'c =	300.0
		tracción	ft = 0.8 Vf'c =	17.9
Losa in situ :	En servicio	compresión	fc = 0.40 f'c =	100.0

D.2 ACERO PRETENSADO (ton/cm2) .-

Temporalmente (antes perdidas diferidas)	ft = 0.70 f's =	13.30
Sobretensiones	ft = 0.80 f's =	15.20

E. CARACTERISTICAS SECCION TRANSVERSAL (cm).-

E.1 SECCION VIGA POST. (BRUTA)

ELEMENTO	H	B	A	Y	A Y	A(Y-Yg)2	I o
ALA SUPER.	5.0	150.0	750	222.5	166875	10474372	1563
	6.0	50.0	300	218.0	65400	3876745	600
	6.0	16.0	192	217.0	41664	2437657	576
	20.0	16.0	320	207.3	66347	3395568	7111
A L M A	200.0	18.0	3600	120.0	432000	884778	12000000
ALA INFER.	15.0	7.5	113	40.0	4500	465461	1406
	15.0	7.5	225	27.5	6188	1327895	4219
	15.0	30.0	450	25.0	11250	2831455	5625
	20.0	92.0	1840	10.0	18400	16370127	61333
		A =	7790		812623	42064059	12082433
H t =	225.0		Y g =	104.32		I =	54146491

E.2 CABLES PRETENSADOS .-

FILA	Y c	Ntor
1	95.0	2
2	95.0	0
3	23.0	11
4	17.0	15
5	11.0	15
6	5.0	15

Cantidad torones n t = 58

Ubicac. C.G.toron y g = 16.2

y = Coordenada referida al fondo de la viga .

E.3 SECCION LOSA COLABORANTE .-

TIPO LOSA = 1 ; CON 1 = LOSA SUPERIOR / 2 = ENTRELOSA

DIMENSIONES (cm) :

Ancho B losa = 240 Según AASHTO, Cap. 9.8.3

Espesor e losa = 20

E.4 PROPIEDADES SECCION (cm).-

SECCIONES PARCIALES TRANSFORMADAS :

SECCION	Y g	A	I	E/Eviga
CABLES	16.17	363.7	-	5.479
LOSA COLABORANTE	235.00	3394.1	113137	0.707

SECCIONES TOTALES :

S E C C I O N	H tot	Y g	A	I	W I	W s	W i
Viga (bruta)	225.00	104.32	7790	54146491	-	448689	519028
Viga + Cables	225.00	100.39	8153	56846475	-	456198	566252
C / Losa Colab.	245.00	139.96	11547	100382920	955633	1180373	717243

F. MOMENTOS CENTRO VIGA DEBIDO A CARGAS EXTERNAS (ton - m).-

SECCION RESIST.	CARGA	q(ton/m)	M
VIGA + CABLES	Peso propio	1.947	374.05
VIGA + CABLES	Losa + Traves.	2.278	437.54
C / LOSA COLAB.	C. Permanente	1.100	211.29
	Sobrec. Móvil	-	422.56

G. PERDIDAS DE TENSION EN CABLES - PERDIDAS INSTANTANEAS (Kg / cm2) .-

G.1 TENSION DESPUES DE PERD. INSTANT. f 1 = 0.681 f' s = 12939

G.2 ACORTAMIENTO ELASTICO (ES) .-

Fuerza después de perd. instant.	P 1 (ton) =	1050.65
Excentricidad	e 1 (cm) =	84.22
Momento debido peso propio viga	M 1 (ton-m) =	374.05
TENSION VIGA A NIVEL C.G. CABLES	f cir =	214.3
Modulo Elastic. hormigon (transf.)	E ci =	321600

ACORTAMIENTO ELASTICO ES = (E p / E ci) f cir = 1313

G.3 TENSION EN GATO (no incl. asentam. de cuñas) f o = 0.750 f' s = 14252
(Antes de perd. instant.)

G.4 RELACION PERDIDA INSTANTANEA / TENSION GATO Li / fo = 0.092

H. PERDIDAS DE TENSION EN CABLES - PERDIDAS DIFERIDAS (Kg / cm2) .-

H.1 RETRACCION (SH) .- SH = 1195 - 10.55 RH = 457

H.2 FLUENCIA HORMIGON (CRC) .-

Tensión en viga debido a C.Muerta - P.P. f cds = 90.9
(A nivel c.g. de cables)

CRC = 12 fcir - 7 fcds = 1936

H.3 RELAJACION ACERO PRETENSADO (CRS) .-

Factor por tensado sobre 0.7 fs' B = fo/0.7 f's = 1.072

CRS = 352 B - 0.1 ES - 0.05 (SH + CRC) = 126

H.4 RESUMEN PERDIDAS DIFERIDAS (L d) Y PERDIDAS TOTALES (L t) .-

Retracción	SH	457		
Fluencia hormigón	CRC	1936		
Relajación acero	CRS	126		
PERDIDAS DIFERIDAS	L d	2519	Ld / fo =	0.177
PERDIDAS TOTALES Lt = Li + Ld =		3831	Lt / fo =	0.269

TENSION DESPUES DE PERD. TOTALES f 2 = 0.548 f' s = 10420

I. TENSIONES MAXIMAS EN FIBRAS EXTREMAS (Kg/cm2) .-

I.1 PRETENSADO .-

FUERZA INICIAL	Po(ton)=	1157.25	FACTOR REDUCCION, DESPUES DE :		
EXCENTRICIDAD	e (cm)=	84.22	Perdidas instantaneas	R 1 =	0.908
			Perdidas totales	R 2 =	0.731

I.2 TENSIONES MAXIMAS .-

SOLICITACION	LOSA	VIGA PRETENSADA		CABLES
	Fib.Sup.	Fib.Sup.	Fib.Inf.	c.g.
Peso Propio viga	-	82.0	-66.1	-
Pretensado	-	-65.1	285.1	12939
EN VACIO (c / f1)	-	16.9	219.1	12939
		OK!	OK!	
Peso losa + travesano	-	95.9	-77.3	355
Carga Permanente	15.6	17.9	-29.5	143
CARGA MUERTA TOTAL (c/f2)	15.6	143.4	56.8	10918
Sobrec. Movil	31.3	35.8	-58.9	285
EN SERVICIO	46.9	179.2	-2.1	11204
		OK!	OK!	

6.1.4.3 Cálculo de la Cepa

Solicitación Sísmica

Del modelo en SAP2000 se han obtenido los períodos fundamentales de vibración de un tramo de la estructura. Este cálculo se ha hecho siguiendo las recomendaciones del informe hidráulico el cual recomienda considerar el 100% de la socavación en el diseño sísmico de la estructura.

Los períodos fundamentales de vibración de la cepa son los siguientes:

TABLE: Modal Periods And Frequencies

OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	1.28	0.78	4.92	24.19
MODAL	Mode	2	1.05	0.95	5.99	35.89
MODAL	Mode	3	1.05	0.96	6.01	36.09
MODAL	Mode	4	1.00	1.00	6.30	39.72
MODAL	Mode	5	0.94	1.06	6.66	44.41
MODAL	Mode	6	0.85	1.18	7.40	54.73
MODAL	Mode	7	0.63	1.59	9.97	99.42
MODAL	Mode	8	0.60	1.67	10.52	110.56
MODAL	Mode	9	0.57	1.77	11.12	123.57
MODAL	Mode	10	0.51	1.95	12.27	150.43
MODAL	Mode	11	0.51	1.96	12.31	151.45
MODAL	Mode	12	0.51	1.97	12.37	152.89
MODAL	Mode	13	0.50	2.02	12.67	160.61
MODAL	Mode	14	0.44	2.26	14.21	202.00
MODAL	Mode	15	0.39	2.54	15.96	254.74

Por tanto, los coeficientes sísmicos obtenidos a través del método de diseño son:

1 **Datos**

Categoria Puente	I
Zona Sísmica	3
Tipo de Suelo	II
Tnx =	1.28
Tny =	1.05

K1	1.00
Ao/g	0.40
T1	0.30
K2	0.672
S	1.00

$$K_h(T_n) = \begin{cases} 1.5 \times K_1 \times S \times \dfrac{A_0}{g} & \text{Si Tn} \le \text{T1} \\ \dfrac{K_1 \times K_2 \times S \times A_0}{g \times T_n^{2/3}} & \text{Si T1} < \text{Tn} \end{cases}$$

2 Coeficiente Sísmico

Sentido Longitudinal (Eje X)

Khx = 0.23

Sentido Transversal (Eje Y)

Khy = 0.26

A continuación se muestra el corte basal obtenido del análisis sísmico estático, en cada dirección de análisis, para el diseño de la infraestructura se privilegiará el comportamiento en régimen elástico, por lo que se utilizará un factor de modificación de la respuesta R=1.0, las conexiones y aparatos de apoyo se diseñarán con un factor R=0.8.

- *Cortante Basal con R=1.00*

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
Rx=1.00	LinStatic	-1755.90	0.00	0.00
Ry=1.00	LinStatic	0.00	-1984.95	0.00

- *Cortante Basal con R=0.80*

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
Rx=0.80	LinStatic	-2194.88	0.00	0.00
Ry=0.80	LinStatic	0.00	-2481.19	0.00

- *Verificación del Corte Basal Mínimo*

Cortante Basal

Peso Sísmico Estructura= 9756.30 Ton

$$Q_{mín} = 0.25 \times K_1 \times A_0 \times \frac{P}{g} \times S = \quad 975.63 \text{ Ton}$$

Por tanto, se concluye que los cortantes basal de diseño con R=1.0 y R=0.8, cumplen con la condición de cortante basal mínimo.

Columnas

Resultados modelo SAP2000 y Efectos de 2º Orden

Del modelo en SAP2000 se han obtenido los esfuerzos producidos en las cepas, se analizó la cepa 31 que es la cepa más alta de la totalidad de las cepas.

1.- DATOS:

E_C (K/cm^2):	238751.96	
A (m^2):	13.80	
I_{g22} (m^4):	54.75	
I_{g33} (m^4):	4.60	
EI_{22} (Ton/m^2):	52286679.97	
EI_{33} (Ton/m^2):	4393036.13	
k_{22}:	1.00	
k_{33}:	1.00	
l_u (m):	16.65	
P_{c22} (Ton):	1861496.98	
P_{c33} (Ton):	156399.75	
λ_{33}:	28.84	Por lo tanto requiere análisis simplificado de Esbeltez
λ_{22}:	8.36	Por lo tanto requiere análisis simplificado de Esbeltez

2.- Solicitaciones

Columna	Combinación	P_U (Ton)	M_x(T-m)	M_y(T-m)	ϕ	δ_{sxx}	δ_{syy}	$\delta_{s22}M_1$(T-m)	$\delta_{s33}M_2$(T-m)	M (T-m)	FS
506	DL+Sx+0.30Sy	1150.146	1463.538	3611.007	0.833	1.009	1.001	1476.569	3613.686	3903.714	2.564
506	DL+Sx+0.30Sy	1201.896	1603.911	4001.288	0.830	1.009	1.001	1618.894	4004.402	4319.266	2.326
506	DL+Sx+0.30Sy	1253.646	1744.284	4391.570	0.827	1.010	1.001	1761.349	4395.148	4734.942	2.174
506	DL+0.30Sx+Sy	1150.175	4878.461	1129.503	0.833	1.009	1.001	4921.897	1130.341	5050.024	1.250
506	DL+0.30Sx+Sy	1201.925	5346.371	1250.691	0.830	1.009	1.001	5396.316	1251.665	5539.575	1.149
506	DL+0.30Sx+Sy	1253.675	5814.281	1371.880	0.827	1.010	1.001	5871.166	1372.998	6029.569	1.053
508	DL+Sx+0.30Sy	1147.445	1449.345	3461.934	0.833	1.009	1.001	1462.216	3464.496	3760.427	2.632
508	DL+Sx+0.30Sy	1199.195	1589.403	3841.430	0.830	1.009	1.001	1604.214	3844.412	4165.694	2.381
508	DL+Sx+0.30Sy	1250.945	1729.460	4220.926	0.827	1.010	1.001	1746.340	4224.357	4571.094	2.222
508	DL+0.30Sx+Sy	1147.416	4831.151	996.691	0.833	1.009	1.001	4874.053	997.429	4975.064	1.266
508	DL+0.30Sx+Sy	1199.166	5298.009	1106.779	0.830	1.009	1.001	5347.378	1107.639	5460.889	1.163
508	DL+0.30Sx+Sy	1250.916	5764.867	1216.868	0.827	1.010	1.001	5821.132	1217.857	5947.163	1.075

Cepa:	124ϕ32+122ϕ28
As (cm^2):	1748.48
As_{min} (cm^2):	1380.00

Verificación de la Sección

Figura Nº 6.16 : Sección Resistente Columna 124Ø32+122Ø28

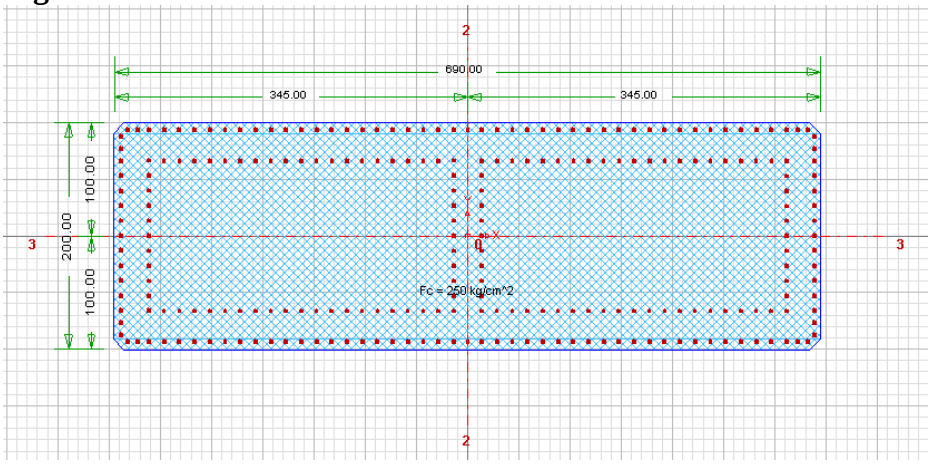
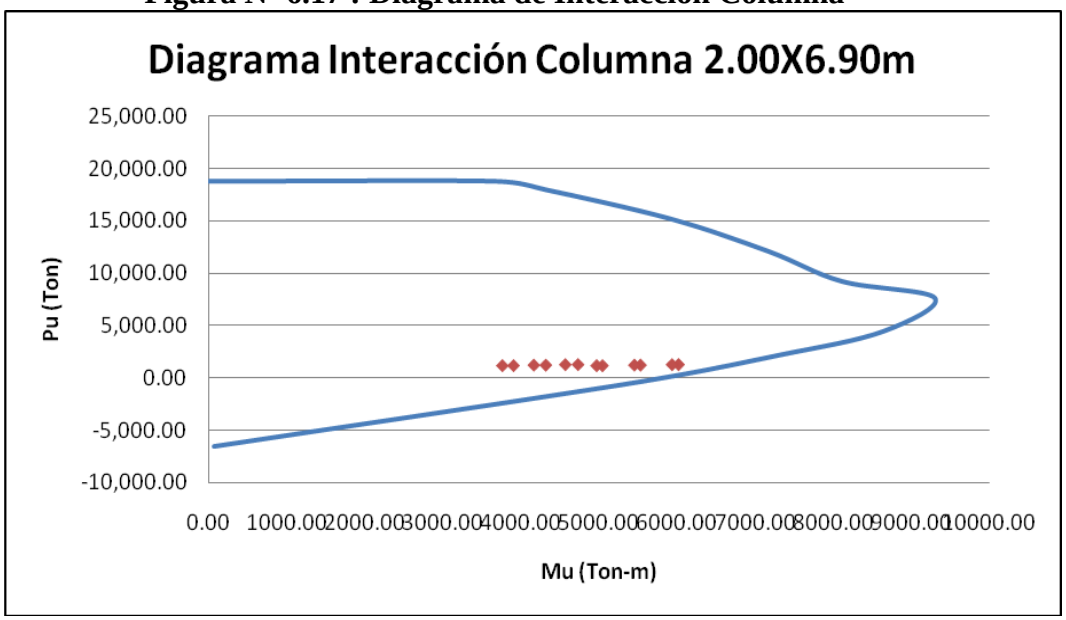


Figura Nº 6.17 : Diagrama de Interacción Columna



Armadura de Confinamiento

La normativa AASHTO-2002 establece el mínimo de armadura de confinamiento a través del mayor valor de las siguientes cuantías volumétricas para una sección rectangular:

$$A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c^{'}}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c^{'}}{f_{yh}}$$

Y para una sección circular establece el mínimo de armadura de confinamiento a través del mayor valor de las siguientes cuantías volumétricas:

$$\rho_S = 0.45 \times \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \times \frac{f_c^{'}}{f_{yh}}$$

$$\rho_S = 0.12 \times \frac{f_c^{'}}{f_{yh}}$$

En donde:

- A_{sh} Área de acero de confinamiento. Se calcula por separado para eje X e Y (ejes paralelos a lados de la sección), en cm².
- a Separación de los estribos, en cm.
- h_c Altura del núcleo de hormigón, en cm.
- A_g Área bruta de la sección transversal, en cm².
- A_c Área bruta de la sección confinada, en cm².
- f'_c Resistencia a la compresión cilíndrica del hormigón, de 250 kg/cm².
- f_{yh} Tensión de fluencia del acero de refuerzo, de 4200 kg/cm².

El espaciamiento máximo para la armadura de confinamiento corresponde a 10.2 cm.

Para la sección maciza de la columna se tiene que la armadura de confinamiento es:

Armadura Confinamiento Columna 690x200.

- Materiales	Acero	Fy =	4200	(Kg/cm^2)	
	Hormigon	f'c =	250	(Kg/cm^2)	
- Dimensiones					
Ancho (// eje X)	Total	h =	200	(cm)	
	Núcleo	hc =	190	(cm)	
Altura (// eje Y)	Total	h =	690	(cm)	
	Núcleo	hc =	680	(cm)	
- Área sección	Bruta	Ag =	138000	(cm^2)	
	Núcleo	Ac =	129200	(cm^2)	
- Area acero mínima,	para espaciamiento	a =	10.0	(cm)	
Eje X :	$A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c^{'}}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right)$	=	2.31	(cm^2)	
	$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c^{'}}{f_{yh}}$	=	13.57	(cm^2)	
	Ash mín=		13.57	(cm^2)	
Eje Y :	$A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c^{'}}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1\right)$	=	8.27	(cm^2)	
	$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c^{'}}{f_{yh}}$	=	48.57	(cm^2)	
	Ash mín=		48.57	(cm^2)	

Por otro lado la armadura de confinamiento para la sección hueca de la columna es:

Armadura Confinamiento Columna 200x40.

- Materiales	Acero	Fy =	4200	(Kg/cm^2)
	Hormigon	f'c =	250	(Kg/cm^2)
- Dimensiones				
Ancho (// eje X)	Total	h =	200	(cm)
	Núcleo	hc =	190	(cm)
Altura (// eje Y)	Total	h =	40	(cm)
	Núcleo	hc =	30	(cm)
- Área sección	Bruta	Ag =	8000	(cm^2)
	Núcleo	Ac =	5700	(cm^2)
- Area acero mínima,	para espaciamiento	a =	10.0	(cm)

Eje X : $A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c'}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$ = 13.69 (cm^2)

$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c'}{f_{yh}}$ = 13.57 (cm^2)

Ash mín= 13.69 (cm^2)

Eje Y : $A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c'}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$ = 2.16 (cm^2)

$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_c'}{f_{yh}}$ = 2.14 (cm^2)

Ash mín= 2.16 (cm^2)

Armadura 2E.ϕ16 a 10

Ash prop= 4.02 (cm^2)

Armadura Confinamiento Columna 600x40.

- Materiales	Acero	Fy =	4200	(Kg/cm^2)
	Hormigon	f'c =	250	(Kg/cm^2)
- Dimensiones				
Ancho (// eje X)	Total	h =	40	(cm)
	Núcleo	hc =	30	(cm)
Altura (// eje Y)	Total	h =	690	(cm)
	Núcleo	hc =	680	(cm)
- Área sección	Bruta	Ag =	27600	(cm^2)
	Núcleo	Ac =	20400	(cm^2)
- Area acero mínima,	para espaciamiento	a =	10.0	(cm)

Eje X : $A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f'_c}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$ = 1.89 (cm^2)

$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f'_c}{f_{yh}}$ = 2.14 (cm^2)

Ash mín= 2.14 (cm^2)

Eje Y : $A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f'_c}{f_{yh}} \cdot \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$ = 42.86 (cm^2)

$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f'_c}{f_{yh}}$ = 48.57 (cm^2)

Ash mín= 48.57 (cm^2)

Armadura 13T. ϕ12a10+6E. ϕ16a10

Ash prop= 42.86 (cm^2)

Verificación a Cortante

Se realiza el diseño por corte, siguiendo las disposiciones de la división I-A de la normativa AASHTO.

- Determinación de la resistencia al corte del hormigón en el elemento en compresión, utilizando AASHTO-2002, punto 8.16.6.2.2.

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

En donde:

- V_c Resistencia al corte del hormigón, en lb.
- f'_c Resistencia a la compresión cilíndrica del hormigón, de 3556 lb/in².
- b_w Ancho de la sección transversal del elemento, en in.
- d Altura útil de la sección transversal del elemento, en in.

- Interpolación lineal de la resistencia al corte del hormigón del elemento, desde 0 para elementos sin carga axial, hasta el valor indicado anteriormente, cuando la carga axial alcanza un valor de $0.1 \cdot f'_c \cdot A_g$.

- Para valores mayores de carga axial se utiliza simplemente la expresión indicada anteriormente.

- Si se cumple que $\phi \cdot V_N \leq V_u$, en donde $V_N = V_c + V_s$ (V_s resistencia al corte proporcionada por la armadura de corte) se proporciona al elemento la armadura mínima establecida en AASHTO-2002, punto 8.19.1.2, satisfaciendo los límites de espaciamiento establecidos en el punto 8.19.3.

- En caso que $\phi \cdot V_N > V_u$, se determina directamente la armadura de corte despejando en la expresión, considerando que no debe ser menor al mínimo establecido en el punto 8.19.1.2, ni mayor a la especificada en el punto 8.16.6.3.9.

Los esfuerzos de diseño se obtienen del modelo de cepa individual, a partir de las combinaciones de cargas definidas en el punto 3.4.

Los esfuerzos de corte producto del sismo se determinan considerando un factor de reducción de respuesta R=1, de acuerdo a lo establecido en los criterios de diseño correspondientes.

En la siguiente tabla se entrega el cálculo de la armadura de corte para el modelo estudiado.

1.- DATOS:

1.1.- Solicitaciones

V_u (Ton):	322.23	(Obtenido de Modelo SAP2000)

1.2.- Propiedades de la viga

H (cm):	200.00
b (cm):	690.00
R_{INF} (cm):	5.00
R_{SUP} (cm):	5.00
ϕ:	0.85
Hormigón:	H30
Acero:	A63-42H
f'_c (kg/cm^2):	250
f_y (kg/cm^2):	4200
d (cm):	195.00
d' (cm):	5.00

3.- DISEÑO A CORTE

V_c (Ton):	1127.53	
V_s (Ton):	-748.44	
Av/s (cm^2/m):	-91.38	
Av/s_{min} (cm^2/m):	54.71	Usar armadura mínima

S_{max} (cm):	60.00	
S (cm):	20	
ϕ (mm):	16	
Ramas:	6	
Av/s (cm^2/cm):	60.32	Ok

Cargas en Pilotes

Del modelo en SAP2000 se han obtenido las solicitaciones máximas en los pilotes debido a las cargas estáticas + sísmicas. Con estos valores se realiza la verificación de los pilotes, comparándolos con los valores admisibles señalados en el capítulo 3.5 del presente informe.

En la tabla que se muestra a continuación se pueden apreciar la combinación de diseño y la solicitación producto de esa combinación en cada pilote. Con esto se concluye que los pilotes cumplen con la carga de compresión y tracción admisible estimada para este proyecto.

Cuadro Nº 6.2 : Cargas Estáticas más Sísmicas en Pilotes

TABLE: Joint Reactions - Pilotes ϕ = 1.50m			
Joint	OutputCase	CaseType	F3
Text	Text	Text	Tonf
5	DL+Sx+0.30Sy	Combination	-41.63
5	DL+0.30Sx+Sy	Combination	-40.55
6	DL+Sx+0.30Sy	Combination	699.35
6	DL+0.30Sx+Sy	Combination	189.30
13	DL+Sx+0.30Sy	Combination	67.43
13	DL+0.30Sx+Sy	Combination	323.01
14	DL+Sx+0.30Sy	Combination	808.42
14	DL+0.30Sx+Sy	Combination	552.85
21	DL+Sx+0.30Sy	Combination	176.50
21	DL+0.30Sx+Sy	Combination	686.56
22	DL+Sx+0.30Sy	Combination	917.48
22	DL+0.30Sx+Sy	Combination	916.40

6.1.4.4 Cálculos Estribos

Estabilidad Fundación

3.- VERIFICACION ESTABILIDAD

3.1.- Verificación estabilidad al deslizamiento

3.1.1.- Caso Estático

F_{SOL} (Ton):	26.12
F_{RES} (Ton):	2133.11
FS:	81.68 **OK**

3.1.2.- Caso Sísmico

F_{SOL} (Ton):	1753.84
F_{RES} (Ton):	2076.33
FS:	1.18 **OK**

3.2.- Verificación estabilidad al volcamiento

3.2.1.- Caso Estático

F_{SOL} (Ton):	70.08
F_{RES} (Ton):	21867.95
FS:	312.06 **OK**

3.2.2.- Caso Sísmico

F_{SOL} (Ton):	3913.24
F_{RES} (Ton):	21697.61
FS:	5.54 **OK**

4.- VERIFICACION TENSIONES EN SELLO DE FUNDACIÓN

4.1.1.- Caso Estático

N (Ton):	258.94
M_{PUNT} (Ton):	1587.61
e_{PUNT} (m):	6.13
e (m):	-0.08 ZAPATA EN COMPRESION
M_{CDG} (Ton):	-21.05
σ_{MAX} (T/m^2):	20.54 **OK**
σ_{MIN} (T/m^2):	22.26

4.1.2.- Caso Sísmico

N (Ton):	252.04
M_{PUNT} (Ton):	1295.29
e_{PUNT} (m):	5.14
e (m):	0.91 ZAPATA EN COMPRESION
M_{CDG} (Ton):	229.57
σ_{MAX} (T/m^2):	30.24 **OK**
σ_{MIN} (T/m^2):	11.42

Armadura Muros

A continuación se presentan los resultados obtenidos del modelo del estribo, tanto para el muro frontal, como para los muros laterales y sus contrafuertes.

Para el muro frontal se tiene:

Figura Nº 6.18 : Armadura Vertical Interior (KN-M)

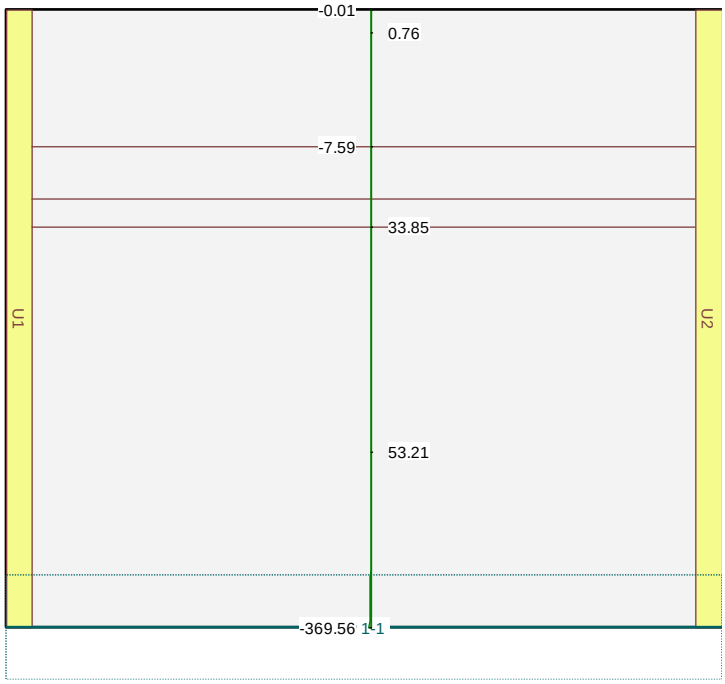


Figura Nº 6.19 : Armadura Vertical Exterior (KN-M)

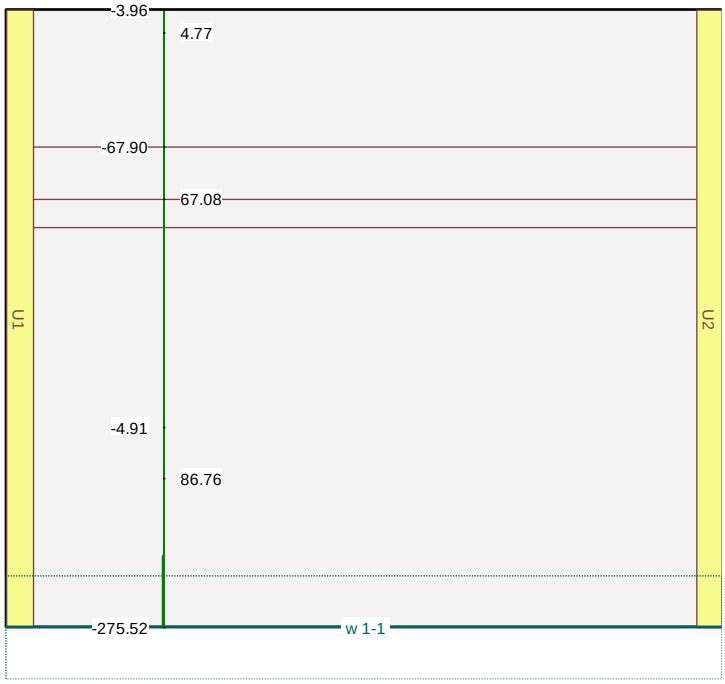


Figura Nº 6.20 : Armadura Horizontal Interior (KN-M)

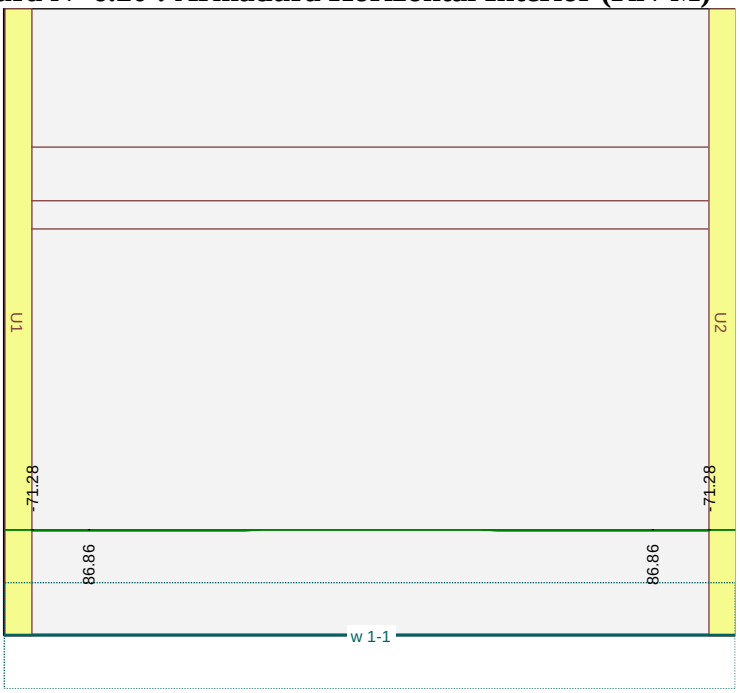
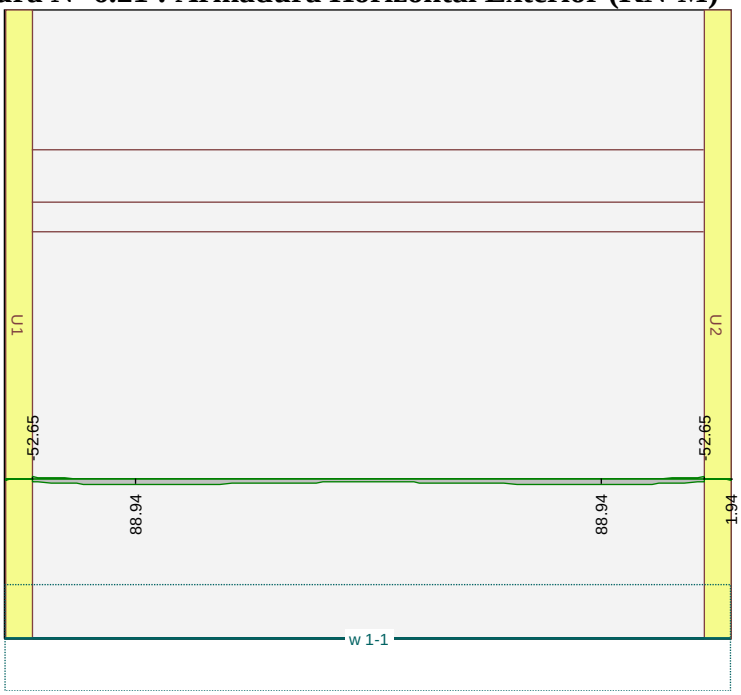


Figura Nº 6.21 : Armadura Horizontal Exterior (KN-M)



En resumen se tiene lo siguiente:

Cuadro Nº 6.3 : Resumen Esfuerzos Muro Frontal

Posición	M_U (Ton-m)	As_{CALC} (cm^2/m)
Vertical interior	36.96	13.87
Vertical exterior	8.68	3.23
Horizontal interior	7.13	2.65
Horizontal exterior	8.89	3.31

Por otro lado para los muros laterales se tiene:

Figura Nº 6.22 : Armadura Vertical Interior (KN-M)

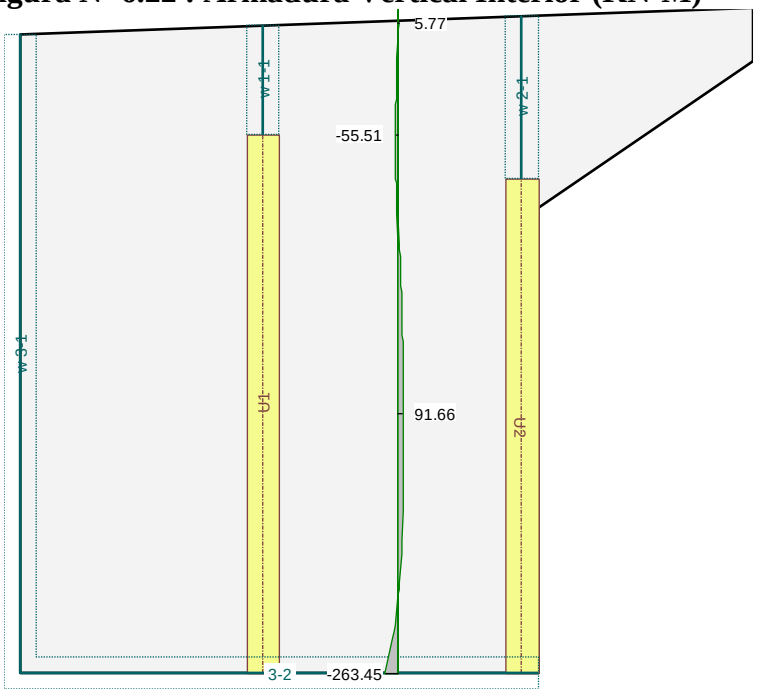


Figura Nº 6.23 : Armadura Vertical Exterior (KN-M)

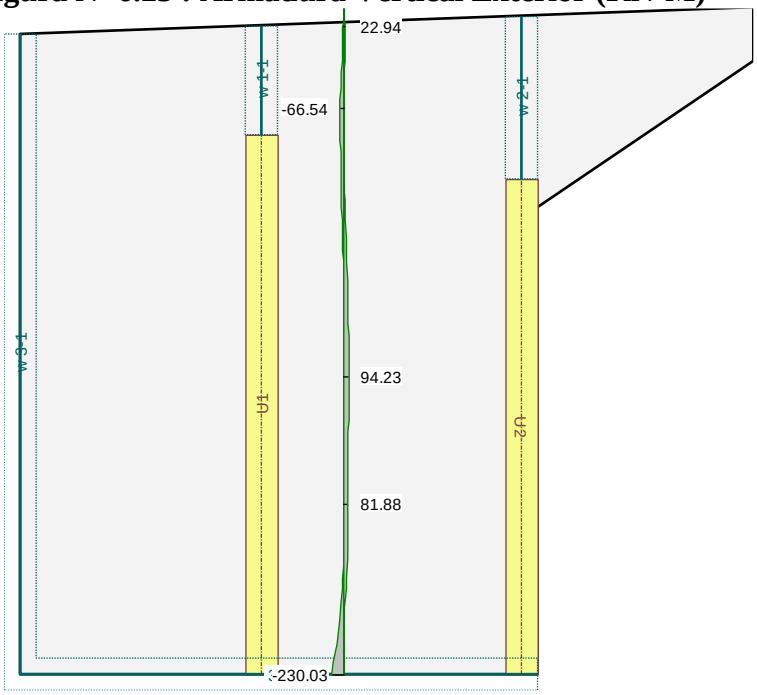


Figura Nº 6.24 : Armadura Horizontal Interior (KN-M)

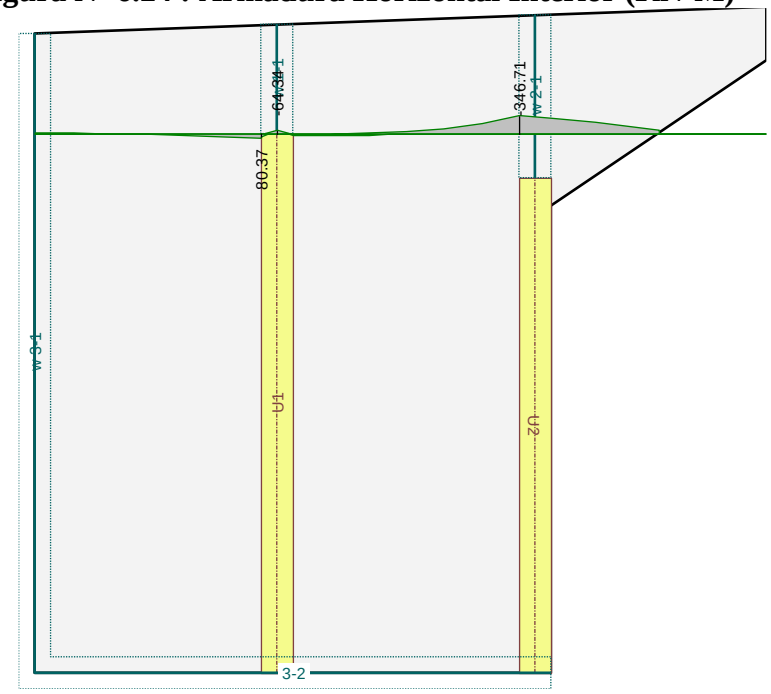
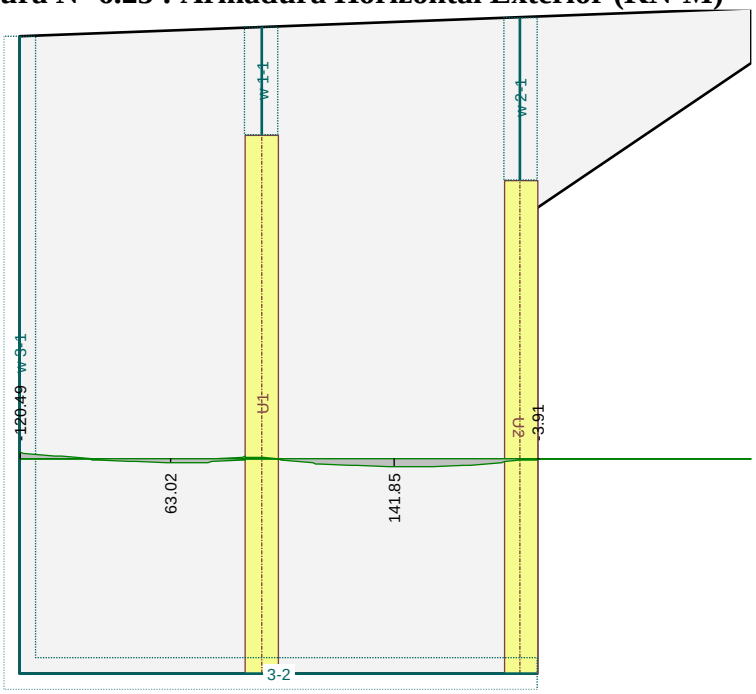


Figura Nº 6.25 : Armadura Horizontal Exterior (KN-M)



En resumen se tiene lo siguiente:

Cuadro Nº 6.4 : Resumen Esfuerzos Muro Laterales

Posición	M_U (Ton-m)	As_{CALC} (cm^2/m)
Vertical interior	26.35	21.18
Vertical exterior	9.42	7.27
Horizontal interior	34.67	28.50
Horizontal exterior	14.19	11.33

Los contrafuertes quedan condicionados por la solicitación sísmica, los valores de diseño contemplados son los siguientes:

Figura Nº 6.26 : Momento Flector en Contrafuertes (KN-M)

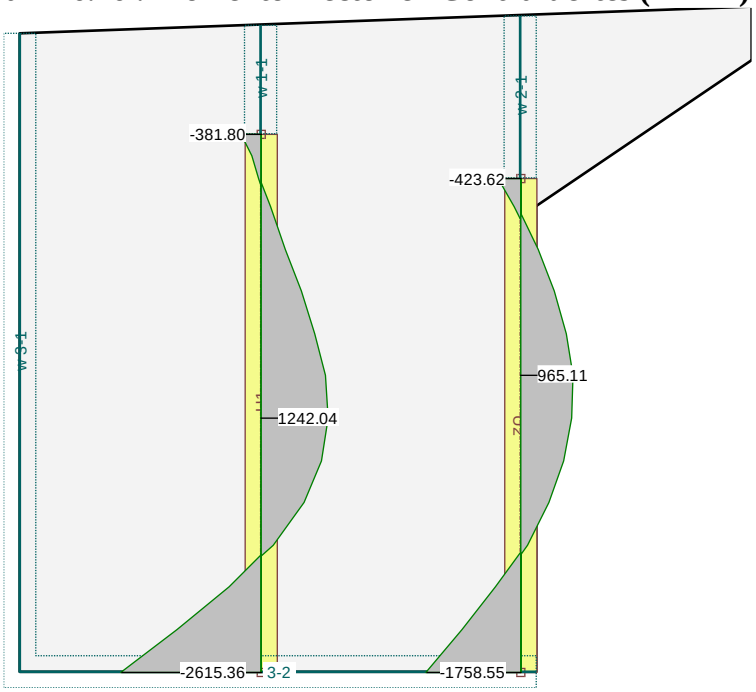
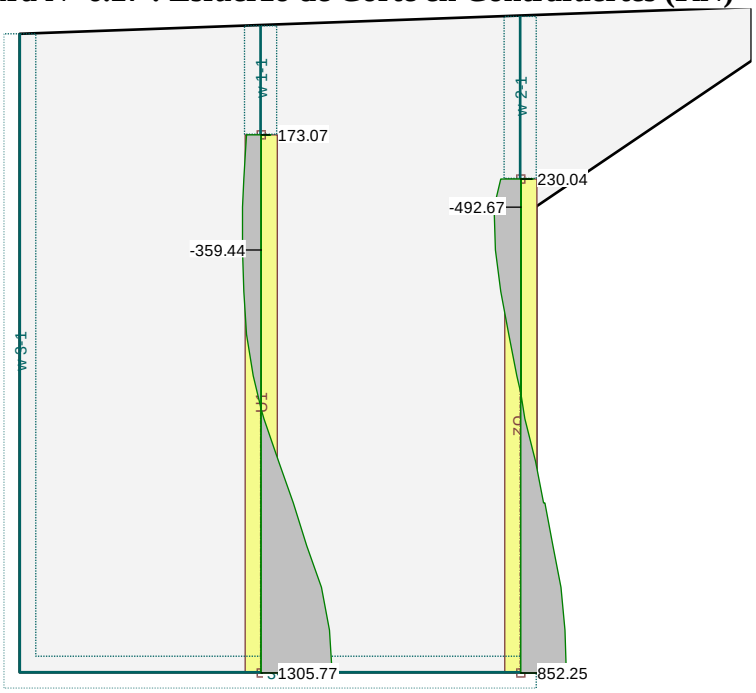


Figura Nº 6.27 : Esfuerzo de Corte en Contrafuertes (KN)



En resumen se tiene lo siguiente:

Cuadro Nº 6.5 : Resumen Esfuerzos Contrafuertes

	M_U (Ton-m)	V_U (Ton)	As_{CALC}
Momento Flector	261.54	-	57.40 cm²
Esfuerzo de Corte	-	130.58	11.02 cm²/m

Finalmente para las vigas puntales que conforman los estribos se tienen los siguientes esfuerzos:

Figura Nº 6.28 : Esfuerzo de Corte en Viga (TON)

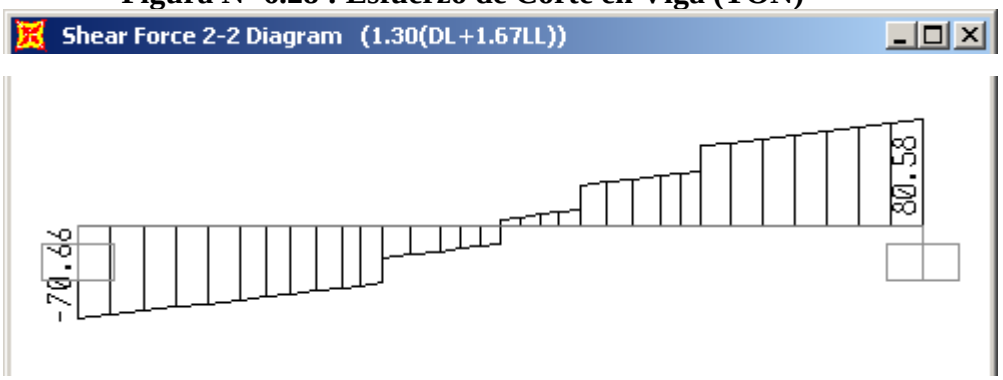
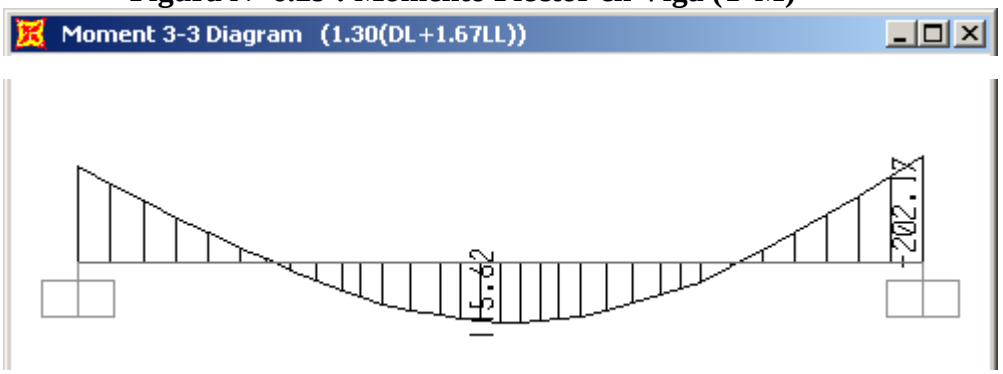


Figura Nº 6.29 : Momento Flector en Viga (T-M)



En resumen se tiene lo siguiente:

Cuadro Nº 6.6 : Resumen Esfuerzos Muros Laterales

	M_U (Ton-m)	V_U (Ton)	As_{CALC} (cm^2/m)
Momento Flector	115.62	-	21.20
Esfuerzo de Corte	-	80.58	4.76

6.1.4.5 Detalles

Neoprenos

ingeniería estructural
ogup & asociados

PROYECTO: 08-06, PU01 NUEVO PUENTE BIO BIO

FECHA: 12 de Noviembre de 2009

Determinación Apoyo Elastomérico

1.- Datos del tramo

Longitud Tramo:	40.00 m
Ancho Tablero:	13.73 m
Espesor Losa:	0.22 m
Espesor Pavimento:	0.075 m
Tipo Viga:	N-225
Número de Vigas:	4 ud
S entre Vigas:	3.50 m
Defensas:	2 ud
Calzadas:	2 ud
Ancho Calzada:	10.00 m
Numero de Travesaños:	3 ud
Altura Travesaños:	2.00 m
Ancho Travesaños:	0.25 m

2.- Pesos del tramo

Defensa:	52.00 ton
Pavimento:	72.00 ton
Tablero:	302.06 ton
Vigas:	357.01 ton
Travesaños:	37.35 ton
Total:	820.42 ton
1/2 Tablero:	410.21 ton

3.- Carga Máxima Vertical por Neopreno

Estática:	102.55 ton
Móvil:	63.67 ton
C. Distribución:	2.69
Carga Máxima:	166.22 ton

4.- Area Mínima de Apoyo Elastomérico

Area mín: 2374.60 cm²

L (longitudinal): 60 cm 2700.00 cm²
W (transversal): 45 cm

Se verificara un neopreno 600x450x73 con 6 Planchas de dimensiones 590x440x3 de acero A42-27ES

5.- Control de Tensiones de Compresión

$$\delta_c < \frac{G \cdot S}{\beta} \qquad \delta_c < 70.3 \frac{kg}{cm^2} \qquad S = \frac{L \cdot W}{2 \cdot t_i \cdot (L + W)}$$

β:	1.0		Factor de corección. 1.0 para las capas internas de las placas con
t_i:	11 mm		espesor placa entre laminas de acero
G:	9.67 kg/cm²		aproximado a 10.0 kg/cm²
Δ:	3.30 %	**OK**	Valor obtenido de gráfico
t_L:	18 mm		espesor total laminas de acero
S:	11.69		Interpolando en los valores que entrega el gráfico de
δ_c:	116.88 kg/cm²		Curvas de Tensiones - Deformaciones, con el valor obtenido de S=11.69 y tensión de compresión de 61.56 kg/cm², obtenemos un
δ_c:	61.56 kg/cm²	**OK**	valor aproximado de 3.3% de Deformación por Compresión que es menor que el valor limite de 7.0%.

6.- Control de Deformaciones por Corte

6.1.- Análisis Sísmico

Δ Longitudinal: 4.44 cm

6.2.- *Temperatura*

α :	1.00E-05
Δt° :	30 °
L :	20.00 m
Δ :	0.60 cm
espesor Neopreno:	5.50 cm

6.3.- Verificación

Δ_T: 4.74 cm OK

7.- Estabilidad de la Placa

Para asegurar la estabilidad, el espesor total de la placa no debera exceder el menor valor de:
L/3 y W/3 para placas con lámina de acero

L/3:	20.00 cm	
W/3:	15.00 cm	
Espesor Placa:	7.30 cm	**OK**

Juntas de Dilatación

El modelo arroja deformaciones máximas de 4,75 cm, con R=0.8, los neoprenos de las cepas en el caso más desfavorable. Considerando estas deformaciones, más el efecto de la

temperatura, se proponen juntas de dilatación, que permitan un rango de desplazamiento total de 12,1 cm.

Barras Antisísmicas

ingeniería estructural
ogup & asociados

PROYECTO: 0806 - PU01 - Anteproyecto Puente Bío Bío

FECHA: 9 de Noviembre de 2009

Cálculo de las Barras Antisísmicas

1) Datos Tramo

Longitud Tramo Puente	:	40.00 m
Ancho Tablero	:	13.73 m
Espesor Tablero	:	0.22 m
Espesor Pavimento	:	0.075 m
Tipo Viga	:	N-225
Número de Vigas	:	4 ud
S entre Vigas	:	3.50 m
Defensas	:	2 ud
Calzadas	:	2 ud
Ancho de Calzada	:	10.00 m
Numero de Travesaños	:	3 ud
Altura Travesaños	:	2.00 m
Ancho Travesaños	:	0.25 m

2) Peso Tramo

Defensa :	52.00 ton
Pavimento :	72.00 ton
Tablero :	302.06 ton
Vigas :	357.01 ton
Travesaños:	37.35 ton
Total :	820.42 ton
1/2 Tablero :	410.21 ton

3) Carga Máxima Vertical

Carga Estática	:	410.21 ton
Zona sísmica	:	3
Aceleración Horizontal	:	0.40 g
Acero Tipo	:	A63-42H
fy	:	4200 kg/cm²

Se considera un coeficiente de aceleracíon sísmica vertical igual a la mitad del valor del coeficiente de aceleración sísmico horizontal.

P : $a_g/2$ x Carga Estática
P : 61.53 ton

Verificando la siguiente relación en Tensiones Admisibles:

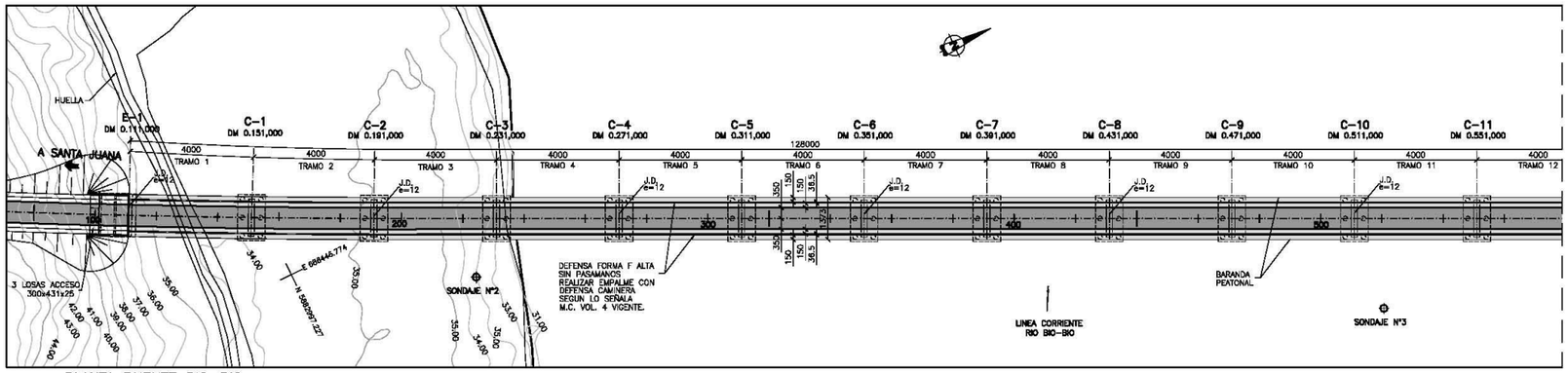
$$\frac{P}{A} \leq 0.55 \cdot f_y \cdot 1.33$$

Por tanto, se tiene

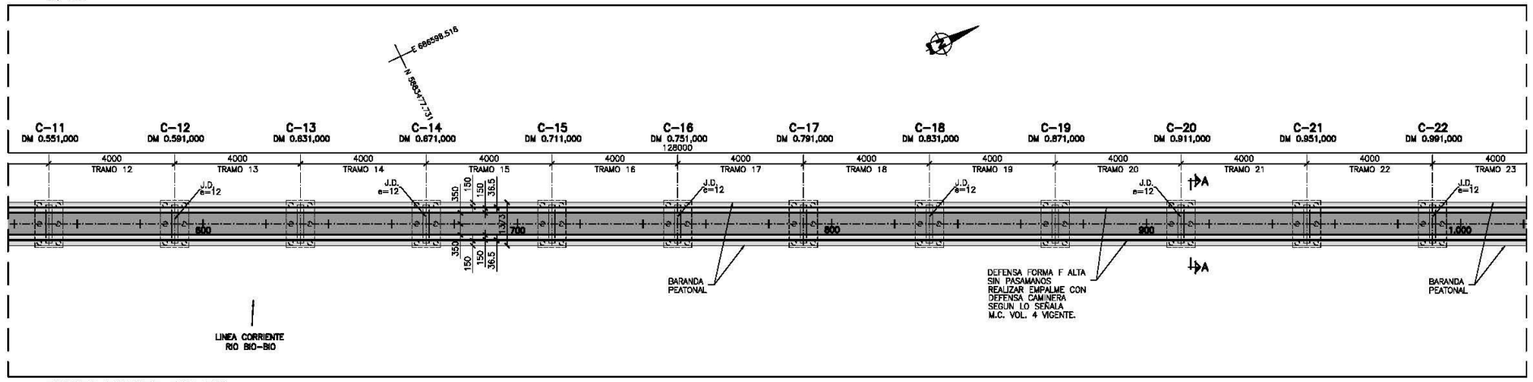
$A_{requerida\ total}$: 20.03 cm²
nº barras: 6
$A_{requerida\ por\ barra}$: 3.34 cm²
$A_{mínima\ por\ barra}$: 3.80 cm²

Por lo tanto se disponen 6 barras ϕ 22, diámetro mínimo exigido por el Manual de Carreteras.

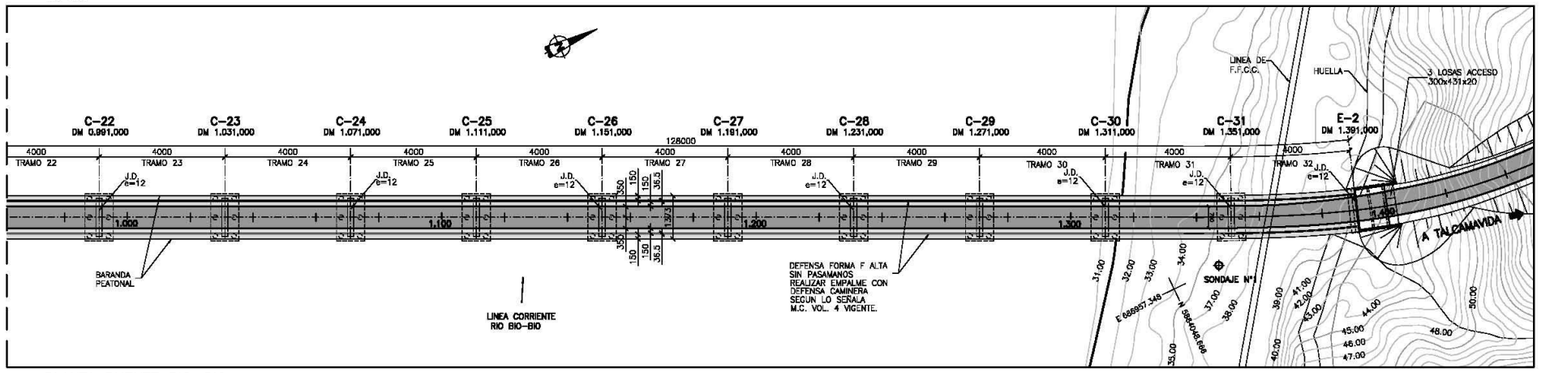
6.1.5 Planos Nuevo Puente Bíobío



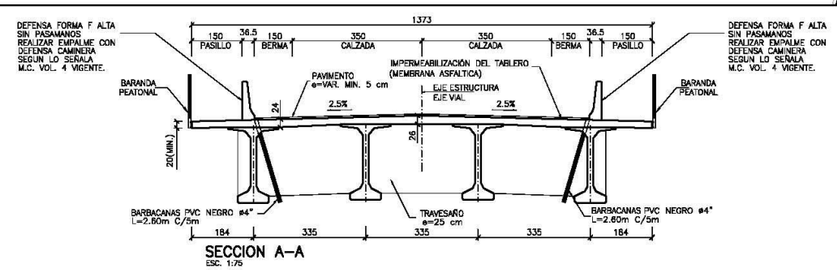
PLANTA PUENTE BIO-BIO
ESC. 1:800



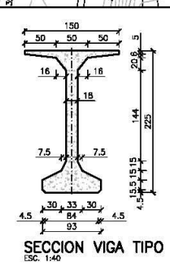
PLANTA PUENTE BIO-BIO
ESC. 1:800



PLANTA PUENTE BIO-BIO
ESC. 1:800



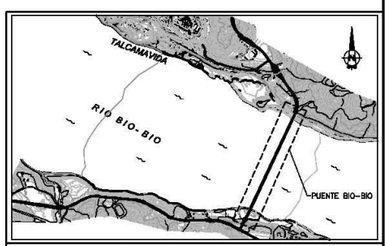
SECCION A-A
ESC. 1:75



SECCION VIGA TIPO
ESC. 1:40

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- HORMIGON : EMPLANTILLADO H-10
  ELEVACIONES H-30
  Nch. 170 of. 85 LOSA H-30
  FUNDACIONES H-30
  VIGA PRETENSADA H-55
  LOSAS DE ACCESO H-30
  ENCEPADOS H-30
  PILOTES H-30
- ACERO PASIVO : A63 – 42H, REDONDO CON RESALTES
- ACERO ESTRUCTURAL : A42-27ES, GALVANIZADO EN CALIENTE
- RECUBRIMIENTO : LOSA (CARA SUP.) 4.0 cm.
  FUNDACIONES 5.0 cm.
  ELEVACIONES 5.0 cm.
  RESTO 2.5 cm.
  ENCEPADO 5.0 cm.
  PILOTES 7.5 cm.
- PAVIMENTO : CARPETA DE RODADO ASFALTICA e= 5 cm. (Min)
- CAMION ESTANDAR : MS 20 – 44 + 20% , AASHTO 2002
- SELLO DE FUNDACION EN ESTRIBOS.
  LAS FUNDACIONES SE APOYAN DE MANERA DIRECTA A 3.50m BAJO EL TERRENO NATURAL EXISTENTE, EN EL ESTRATO DE ARENA LIMPIA DE COMPACIDAD MEDIA. LAS TENSIONES ADMISIBLES ESTIMADAS PARA ESTE ESTRATO SON:
  TENSION ADM. ESTATICA 2.50 Kg/cm²
  TENSION ADM. SISMICA 3.50 Kg/cm²
  COMPRESION MINIMA 80%
- SELLO DE FUNDACION EN CEPAS.
  LAS CEPAS SE APOYARAN SOBRE PILOTES DE DIAMETRO ø1.50 m. LA PUNTA DE DE LOS PILOTES DEBERA PENETRAR A LO MENOS 10 m. EN EL ESTRATO DE GRAVA QUE SE DETECTA EN LOS SONDAJES S-2 Y S-3.
  LA CARGA ADMISIBLE ESTIMADA PARA LOS PILOTES APOYADOS EN GRAVA ES:
  CASO ESTATICO
  COMPRESION ADM. ESTATICA 900 TON.
  TRACCION ADM. ESTATICA 115 TON. + PP PILOTE
  CASO SISMICO
  COMPRESION ADM. SISMICA 1350 TON.
  TRACCION ADM. SISMICA 173 TON. + PP PILOTE
- CLASIFICACION SISMICA DEL SUELO DE FUNDACION: TIPO II.
- RELLENO DE TRADOS EN ESTRIBOS :
  SE CONSIDERA UN RELLENO PERMEABLE DE GRAVA ARENOSA DE ACUERDO A LA SECCION 5.206 DEL MANUAL DE CARRETERAS VOL.5 VIGENTE:
  PESO UNITARIO δ =2.0 a 2.2 ton/m³
  ANGULO DE FRICCION ϕ =30°
  COHESION c =0 ton/m²
- SE IMPERMEABILIZARAN TODOS LOS PARAMENTOS DE LOS MUROS EN CONTACTO CON TIERRA CON PINTURA TIPO IGOL DENSO O SIMILAR, DE ACUERDO A LO ESTIPULADO EN LA SECCION 5.412 DEL MANUAL DE CARRETERAS VOL. 5 VIGENTE.
- LA IMPERMEABILIZACIÓN DEL TABLERO SERA CON MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE Y DEBE ESTAR DE ACUERDO A LA SECCIÓN 5.412 DEL MANUAL DE CARRETERAS VOL. 5 VIGENTE.
- EL PROYECTO DE SANEAMIENTO Y EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS DEBERA SER DEBIDAMENTE APROBADO POR LA INSPECCION FISCAL.
- NOTAS :
  TODAS LAS COTAS ESTAN EN CENTIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS
  RIGEN LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES DEL MANUAL DE CARRETERAS VOLUMEN 5, VIGENTE.
  SELLO DE EXCAVACION Y DE FUNDACION DEBERA SER APROBADO POR EL ESPECIALISTA GEOTECNICO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA PREVIO A LA CONSTRUCCION DEL EMPLANTILLADO.
  SE DEBE REALIZAR UN INFORME DE MECANICA DE SUELOS COMPLETO EN LA ETAPA DE PROYECTO, ELABORADO POR UN ESPECIALISTA, QUE CONFIRME LOS VALORES Y LAS HIPOTESIS DE DISEÑO UTILIZADAS EN EL ANTEPROYECTO. EL INFORME DEBE CONTEMPLAR LA REALIZACION DE SONDAJES EN EL LECHO DEL RIO EN LA CANTIDAD, LONGITUD Y UBICACION QUE DETERMINE EL ESPECIALISTA, CON EL FIN DE CARACTERIZAR EL ESTRATO DE GRAVAS QUE SUBYACE AL ESTRATO DE ARENAS DE COMPACIDAD MEDIA, DETECTADO EN LOS SONDAJES S-2 Y S-3, SOBRE EL CUAL SE DEBEN APOYAR LOS PILOTES.



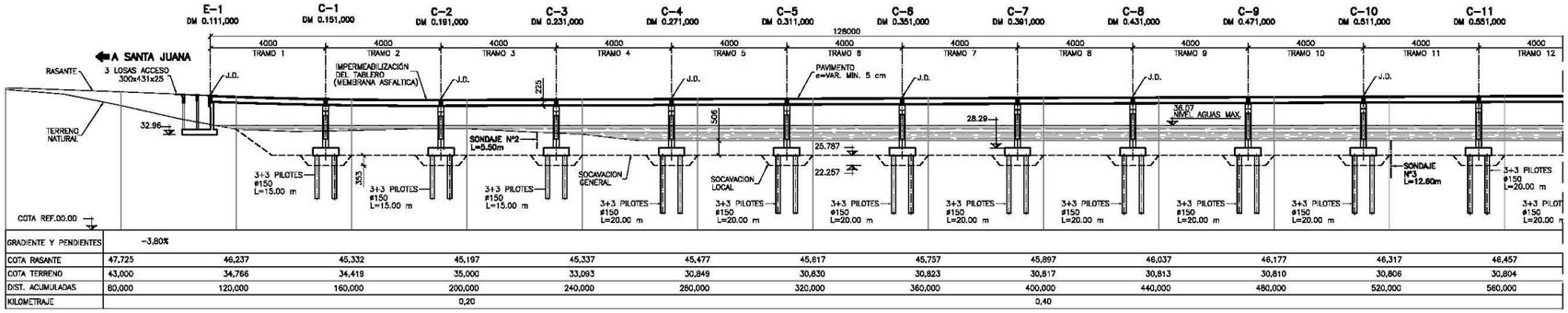
PLANO UBICACION

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

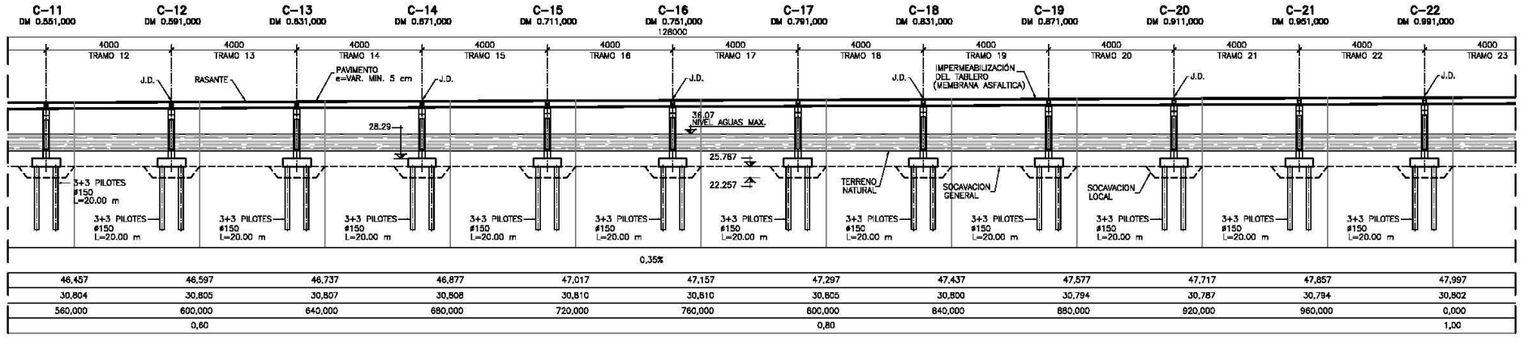
PUENTE : BIO-BIO	ARCHIVO 0806-PUEN-A-001-G-A
CAMINO : SANTA JUANA – TALCAMAVIDA	
PROVINCIA : BIO-BIO	REGION: VIII

PROYECTO: OSCAR UNANUE P. | MECÁNICO DE SUELOS | HIDRAULICO: GASTON MUÑOZ G.
REVISO | ING. JEFE DEPTO. DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS
CALCULO: RODRIGO MARCHANT
DIBUJO : PUM | CONTENIDO: VISTA GENERAL – PLANTA PUENTE BIO-BIO | 1/6
FECHA : NOVIEMBRE 2009

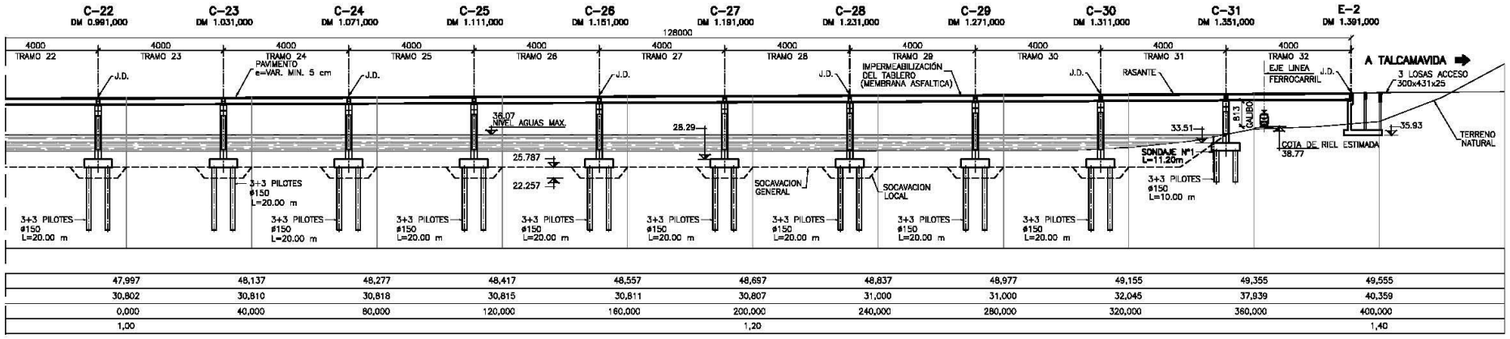
VERSION	FECHA	DETALLE PARA REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	E.AGUSTOS M.	CONTROL DE DISEÑO
A.	12/11/09			R. MARCHANT	REVISION
				G. UNANUE P.	APROBACION



PERFIL LONGITUDINAL PUENTE BIO–BIO
ESC. 1:800

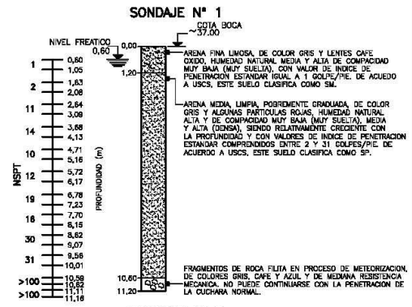


PERFIL LONGITUDINAL PUENTE BIO–BIO
ESC. 1:800



PERFIL LONGITUDINAL PUENTE BIO–BIO
ESC. 1:800

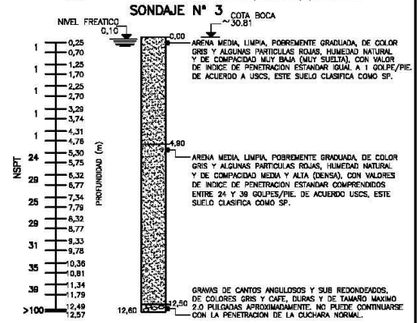
SONDAJE N° 1



SONDAJE N° 2



SONDAJE N° 3



0	O. UMANUE P.	APROBACION				
1	R. MARCHANT	REVISION				
0	EJEVENTES N.	CONTROL DE DIBUJO				
A	EMITIDO PARA REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO				
A	12/11/09	FECHA				
VERSION						

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

PUENTE : BIO–BIO — ARCHIVO: 0806-PUEN-A-002-0-4

CAMINO : SANTA JUANA – TALCAMAVIDA

PROVINCIA : BIO–BIO — REGION: VIII

PROYECTÓ OSCAR UMANUE P. | MECÁNICO DE SUELOS | HIDRAULICO GASTON MUÑOZ G.

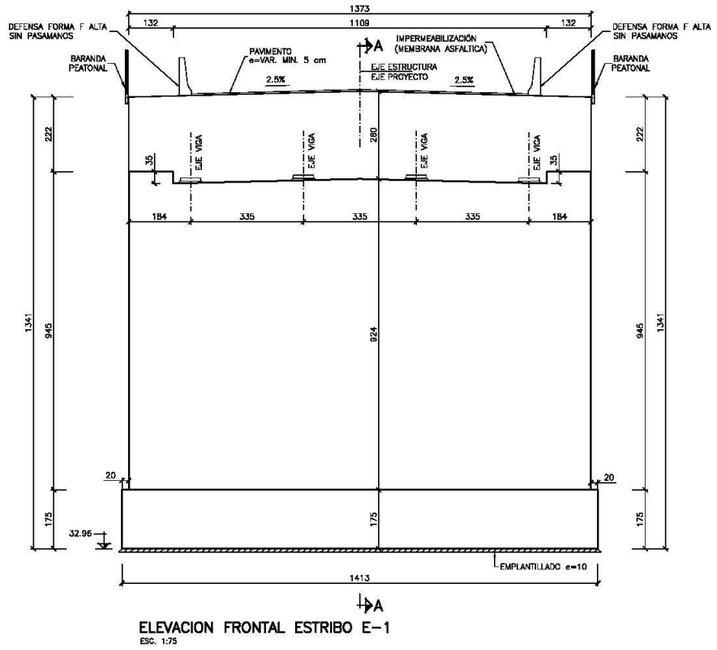
REVISÓ | ING. JEFE DEPTO. DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

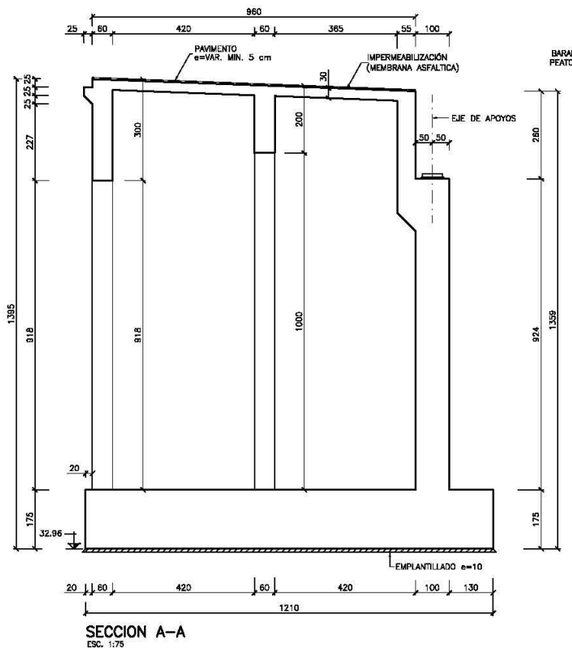
CALCULÓ RODRIGO MARCHANT

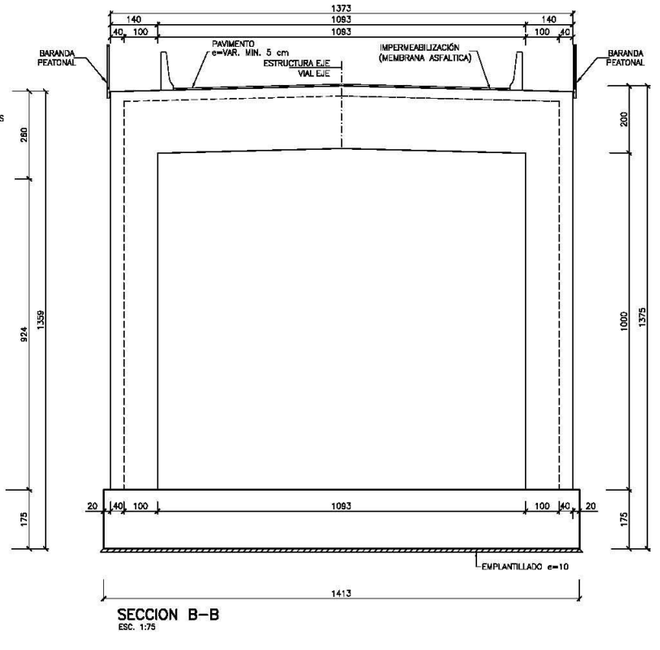
DIBUJO : PUM — FECHA : NOVIEMBRE 2009

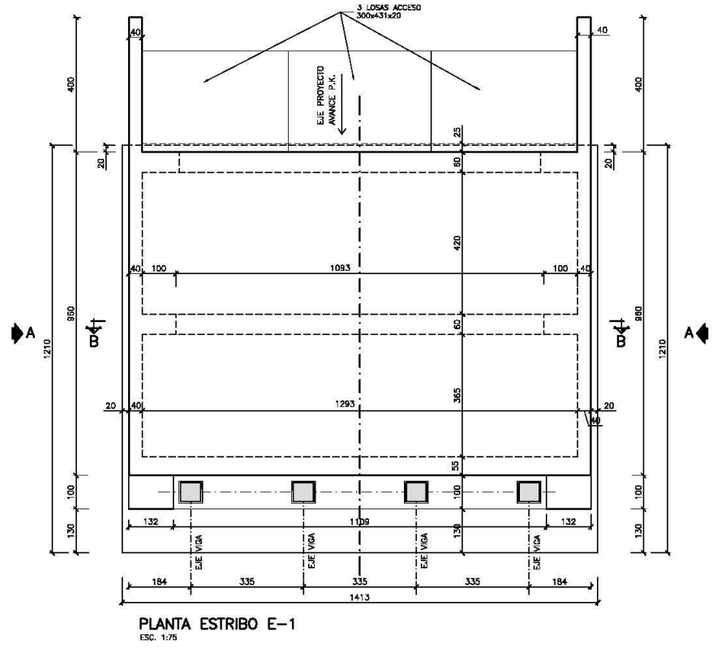
CONTENIDO: PERFIL LONGITUDINAL

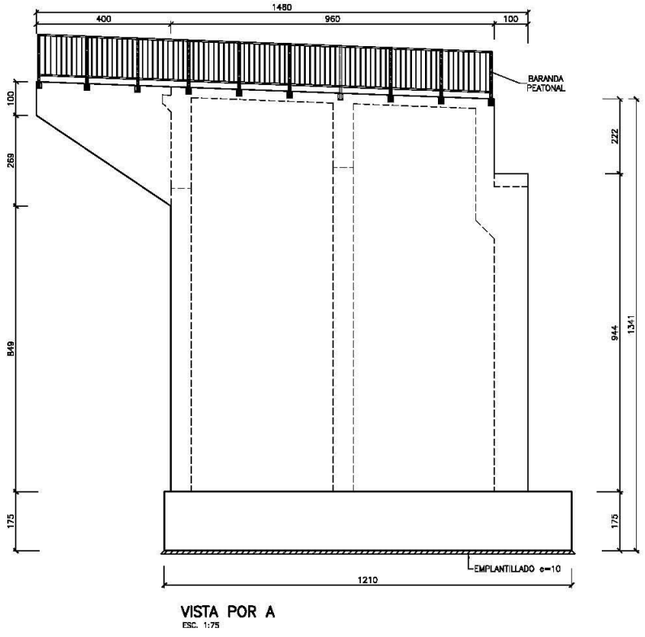
2/6











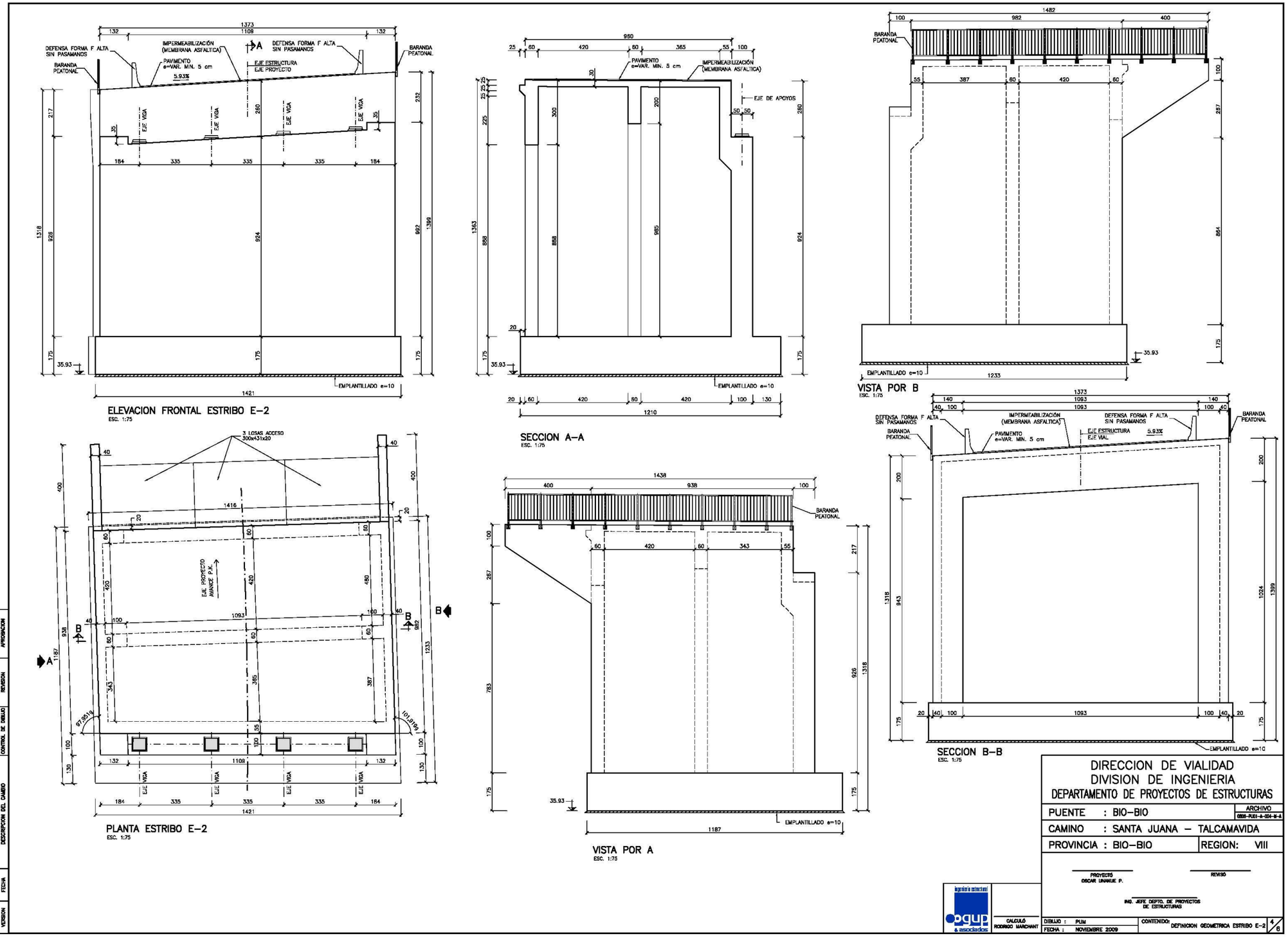
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DEL CAMBIO	CONTROL DE DIBUJO	REVISION	APROBACION
A	12/11/09	EMITIDO PARA REVISION	E.FUENTES N.	R. MARCHANT	O. UNANUE P.

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

PUENTE : BIO-BIO	ARCHIVO 6808-PUEN-A-003-B-A
CAMINO : SANTA JUANA – TALCAMAVIDA	
PROVINCIA : BIO-BIO	REGION: VIII

PROYECTO: OSCAR UNANUE P.
REVISO:
ING. JEFE DEPTO. DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

ingeniería estructural ogup & asociados
CALCULO: RODRIGO MARCHANT
DIBUJO : PUM
FECHA : NOVIEMBRE 2009
CONTENIDO: DEFINICION GEOMETRICA ESTRIBO E-1
3/6

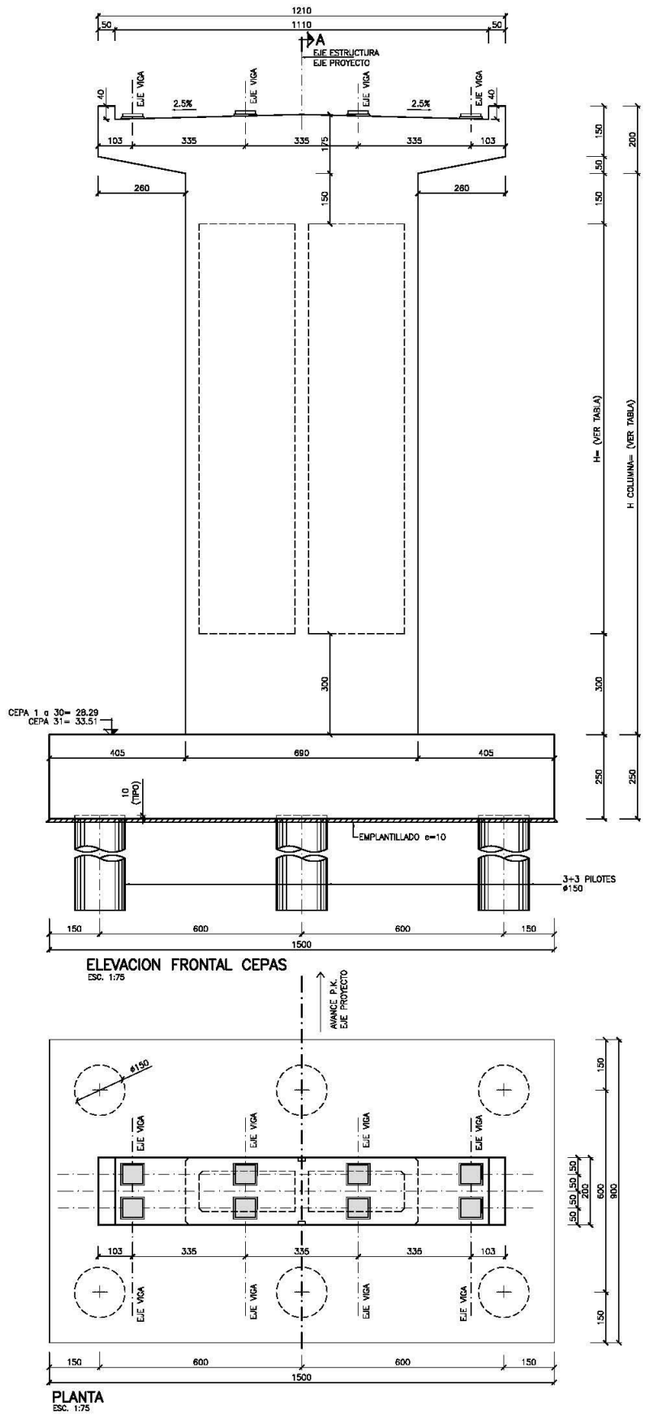


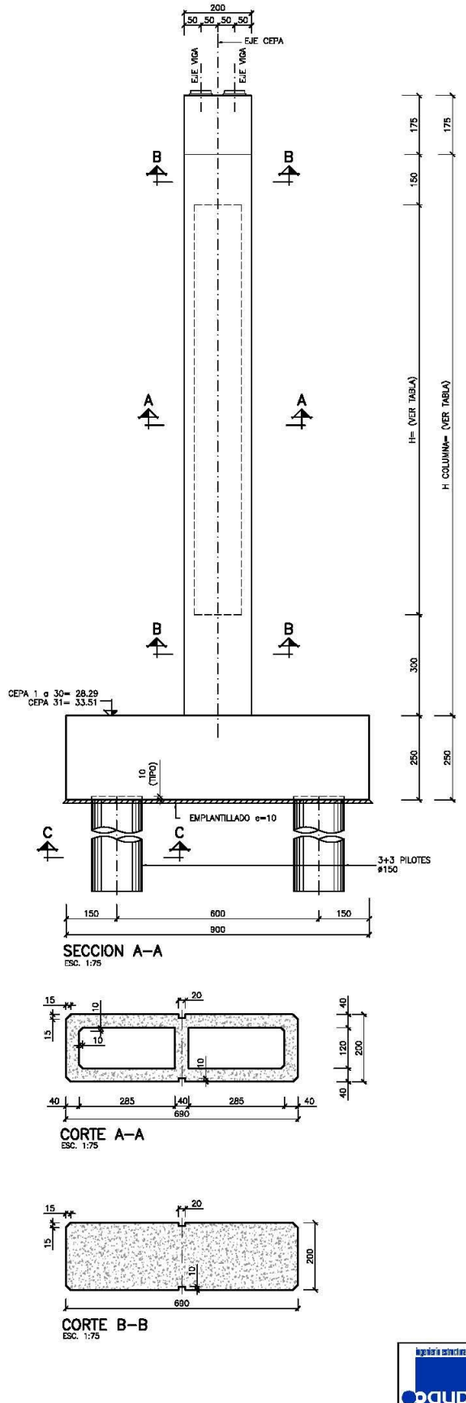
VERSION	FECHA	EMITIDO PARA REVISION	E.FUENTES N.	R. MARCHANT	O. UNANUE P.
A	15/1/09	DESCRIPCION DEL CAMBIO	CONTROL DE DIBUJO	REVISION	APROBACION

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

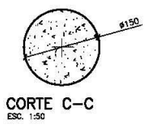
PUENTE : BIO-BIO	ARCHIVO: 0806-RUII-A-004-M-A
CAMINO : SANTA JUANA – TALCAMAVIDA	
PROVINCIA : BIO-BIO	REGION: VIII

PROYECTO: OSCAR UNANUE P.
REVISO:
ING. JEFE DEPTO. DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS
CALCULO: RODRIGO MARCHANT
DIBUJO : PUM
FECHA : NOVIEMBRE 2009
CONTENIDO: DEFINICION GEOMETRICA ESTRIBO E-2
4/6





CUADRO PARAMETRICO CEPAS			
CEPAS	H COLUMNA (m)	H (m)	LARGO PILOTES (m)
C-1	14.28	9.78	15.00
C-2	14.28	9.78	15.00
C-3	14.42	9.92	15.00
C-4	14.56	10.06	20.00
C-5	14.70	10.20	20.00
C-6	14.84	10.34	20.00
C-7	14.98	10.48	20.00
C-8	15.12	10.62	20.00
C-9	15.26	10.76	20.00
C-10	15.40	10.90	20.00
C-11	15.54	11.04	20.00
C-12	15.68	11.18	20.00
C-13	15.82	11.32	20.00
C-14	15.96	11.46	20.00
C-15	16.10	11.60	20.00
C-16	16.24	11.74	20.00
C-17	16.38	11.88	20.00
C-18	16.52	12.02	20.00
C-19	16.66	12.16	20.00
C-20	16.80	12.30	20.00
C-21	16.94	12.44	20.00
C-22	17.08	12.58	20.00
C-23	17.22	12.72	20.00
C-24	17.36	12.86	20.00
C-25	17.50	13.00	20.00
C-26	17.64	13.14	20.00
C-27	17.78	13.28	20.00
C-28	17.92	13.42	20.00
C-29	18.06	13.56	20.00
C-30	18.22	13.72	20.00
C-31	11.45	6.95	10.00



CORTE C-C
ESC. 1:50

VERSION	FECHA	DIBUJO PARA REVISION	DESCRIPCION DEL CAMBIO	E.FUENTES N.	CONTROL DE DIBUJO	R. MARCHANT	REVISION	O. UNANUE P.	APROBACION
A	13/11/09								

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

PUENTE : BIO-BIO	ARCHIVO: 0808-PUEN-A-035-IE-A
CAMINO : SANTA JUANA – TALCAMAVIDA	
PROVINCIA : BIO-BIO	REGION: VIII

PROYECTO
OSCAR UNANUE P.

REVISO

ING. JEFE DEPTO. DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

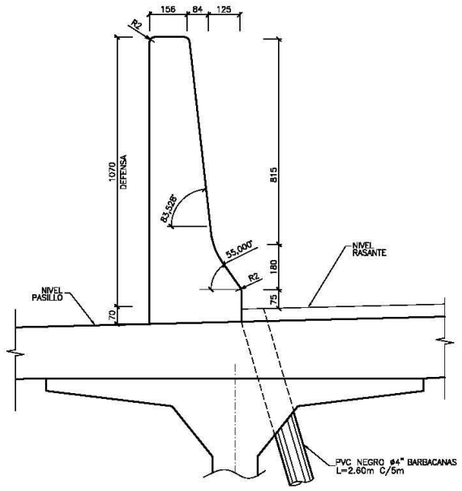
ingeniería estructural
opgup & asociados

CALCULO
RODRIGO MARCHANT

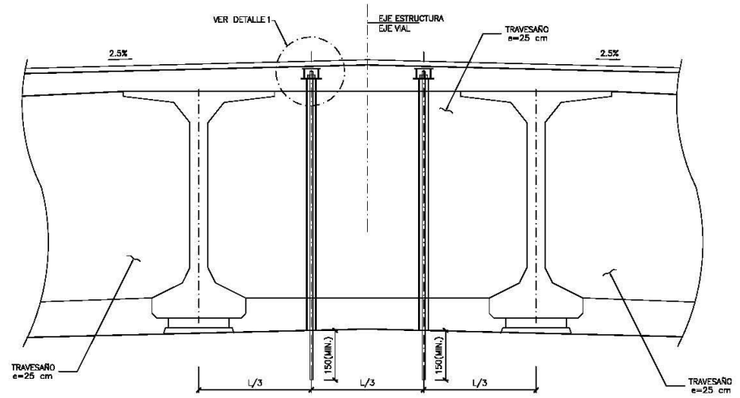
DIBUJO : PUM
FECHA : NOVIEMBRE 2009

CONTENIDO:
DEFINICION GEOMETRICA CEPAS

5/6

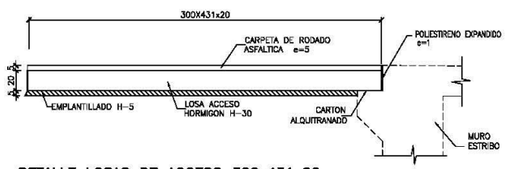


DETALLE BARRERA FORMA F ALTA SIN PASAMANOS
ESCALA 1:10
UNIDADES EN mm.

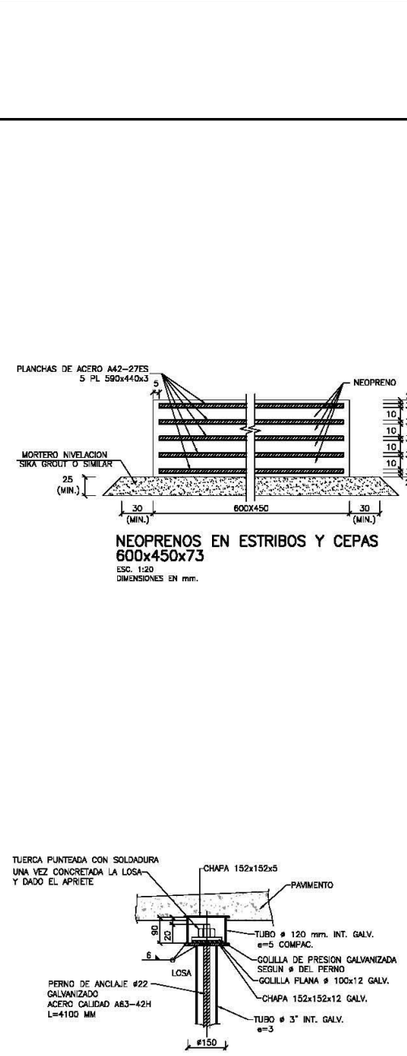


DETALLE TRAVESAÑO EN ZONA ANCLAJE
ESCALA 1:25
DIMENSIONES EN cm.

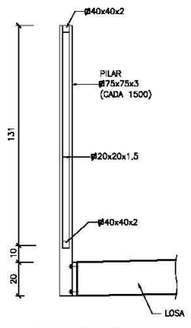
NEOPRENOS EN ESTRIBOS Y CEPAS 600x450x73
ESC. 1:20
DIMENSIONES EN mm.



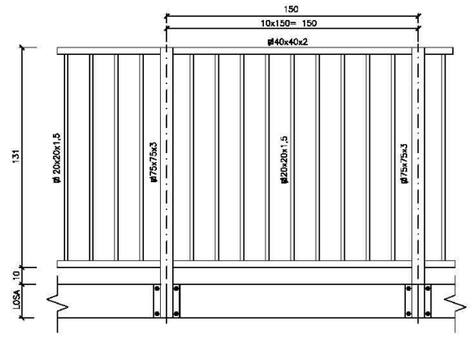
DETALLE LOSAS DE ACCESO 300x431x20
ESC. 1:25



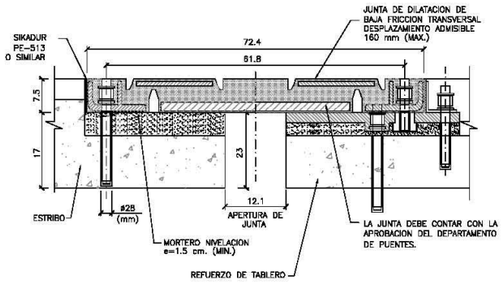
DETALLE 1
ESCALA 1:10
DIMENSIONES EN mm.



DETALLE BARANDA PEATONAL EN PASILLO
ESC. 1:15
DIMENSIONES EN mm.



BARANDA PEATONAL
ESC. 1:15
DIMENSIONES EN mm.



DETALLE JUNTA DILATACION
SIN ESCALA
DIMENSIONES EN cm.

VERSION	FECHA	EMITIDO PARA REVISION / DESCRIPCION DEL CAMBIO	E.FUENTES M. / CONTROL DE DISEÑO	R. MARCHANT / REVISION	O. UNANUE P. / APROBACION
A	12/11/09				

DIRECCION DE VIALIDAD
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

PUENTE : BIO-BIO	ARCHIVO 0806-PUEN-A-006-D-4
CAMINO : SANTA JUANA – TALCAMAVIDA	
PROVINCIA : BIO-BIO	REGION: VIII

PROYECTÓ OSCAR UNANUE P. | REVISÓ

ING. JEFE DEPTO. DE PROYECTOS DE ESTRUCTURAS

ingeniería consultora opgup & asociados

CALCULÓ RODRIGO MARCHANT

DIBUJO : PUM
FECHA : NOVIEMBRE 2009

CONTENIDO: DETALLES GENERALES

6/6

6.1.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CUBICACIONES

Todos los ítems del proyecto deben ejecutarse de acuerdo con las especificaciones del Volumen 5 del Manual de Carreteras, vigente.

Cada ítem se ejecutará de acuerdo con lo establecido en la sección correspondiente, que se detalla en cuadro adjunto.

Los paramentos de muros lado tierras deben llevar impermeabilización con pintura tipo Igol denso o similar, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras Volumen 5 vigente.

El tablero debe llevar una membrana impermeabilizante, según lo establecido en el Manual de Carreteras Volumen 5 vigente.

Se ha incorporado en la cubicación del Viaducto Derecho, el costo de la ingeniería básica complementaria solicitada en el informe de mecánica de suelos.

El resumen con los ítems de cubicación es el siguiente:

Código MC-V5	Descripción	UNIDAD
	INFRAESTRUCTURA	
202-2	Excavación a Mano	M3
202-5	Excavación a Máquina	M3
203-1	Excavación con Agotamiento	M3
412-2	Impermeabilización de Muros	M2
501-2	Hormigón H-10	M3
501-14	Hormigón H-30	M3
503-2	Acero A63-42H	KG
504-1	Moldaje	M2
504-2	Moldaje de Cepas	M2
509-1	Pilotes Preexcavados (in situ)	M3
	SUPERESTRUCTURA	
411-1	Carpeta Asfáltica en Puentes	M3
412-1	Impermeabilización Tableros	M2
501-14	Hormigón H-30	M3
503-2	Acero A63-42H	KG
504-1	Moldaje	M2
506-45	Vigas pretensadas L=40 m	Nº
512-1	Juntas Dilatación Elastoméricas	M
513-2	Anclajes Antisísmicos	Nº
514-1A	Barbacanas de 1 m.	Nº
514-1B	Placas de Neopreno	Nº
	VARIOS	
515-1	Losa de Aproximación	M3
710-1	Barandas Metálicas Peatonales	M
710-3	Barreras de Hormigón	M

6.1.6.1 Cantidades de Obra

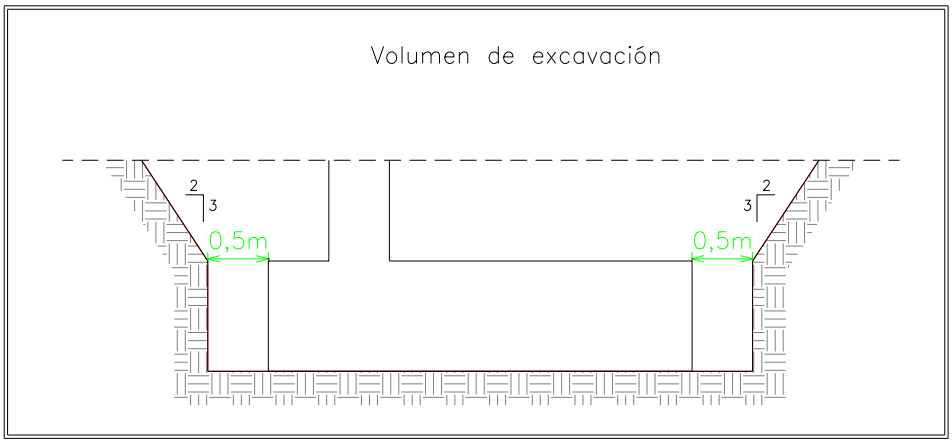
Todos los ítems del proyecto se cubican de acuerdo con las especificaciones del Volumen 5 del Manual de Carreteras, vigente a la fecha.

6.1.6.2 Criterios de cubicación

A partir de lo anterior se establecen los siguientes criterios de cubicación para los ítems de excavación y relleno.

- Excavación a máquina

Para esta estructura la excavación a máquina corresponde a la excavación que abarca desde la cota del terreno natural hasta el sello de fundación, con un sobreancho de 0,50 m a cada lado de la fundación. En la zona de la fundación la excavación se realiza de forma vertical y fuera de ésta se realiza con un talud de relación 2:3 (H:V).



ESQUEMA DE LA EXCAVACIÓN

- Excavación con agotamiento

Se ha estimado que la mitad de la excavación de los encepados deberá efectuarse con agotamiento debido a que napa ha sido detectada muy superficialmente en todos los sondajes de exploración.

6.1.6.3 Resumen de Cubicaciones y Presupuesto

PLANILLA DE CUBICACION
PUENTES Y ESTRUCTURAS VIALES

PROYECTO:	08-06, NUEVO PUENTE BIO BIO	L=	1.280,00
ESTRUCTURA:	PUENTE BIO BIO	A=	13,73

Código MC-V5	Descripción	UNIDAD	Cubicación	Precio Unitario $	Total $
	INFRAESTRUCTURA				
202-2	Excavación a Mano	M3	713,96	13.631	9.731.989
202-5	Excavación a Máquina	M3	25.508,65	3.552	90.606.725
203-1	Excavación con Agotamiento	M3	24.101,54	24.311	585.932.539
412-2	Impermeabilización de Muros	M2	283,16	1.301	368.391
501-2	Hormigón H-10	M3	435,79	69.705	30.376.742
501-14	Hormigón H-30	M3	17.426,13	196.350	3.421.620.626
503-2	Acero A63-42H	KG	2.544.104,66	2.142	5.449.472.182
504-1	Moldaje	M2	2.445,54	15.832	38.717.789
504-2	Moldaje de Cepas	M2	24.585,16	15.832	389.232.253
509-1	Pilotes Preexcavados (in situ)	M3	6.308,71	1.130.500	7.131.996.655
	SUPERESTRUCTURA				
411-1	Carpeta Asfáltica en Puentes	M3	652,48	139.535	91.043.797
412-1	Impermeabilización Tableros	M2	13.049,60	12.505	163.185.248
501-14	Hormigón H-30	M3	4.390,94	196.350	862.161.069
503-2	Acero A63-42H	KG	614.731,60	2.142	1.316.755.087
504-1	Moldaje	M2	13.381,44	12.505	167.334.907
506-45	Vigas pretensadas L=40 m	Nº	128	27.321.338	3.497.131.264
512-1	Juntas Dilatación Elastoméricas	M	219,68	175.076	38.460.696
513-2	Anclajes Antisísmicos	Nº	384	12.430	4.773.120
514-1A	Barbacanas de 1 m.	Nº	510	75.033	38.266.830
514-1B	Placas de Neopreno	Nº	256	432.580,30	110.740.556
	VARIOS				
515-1	Losa de Aproximación	M3	15,52	267.041	4.144.476
710-1	Barandas Metálicas Peatonales	M	2.614,40	50.022	130.777.517
710-3	Barreras de Hormigón	M	2.598,40	107.246	278.668.006
				TOTAL	**23.851.498.463,79**

UF PROYECTO	21.017,51
Infra +Super	23.437.908.464
Varios =	413.590.000
total =	**23.851.498.464**
US$/m2=	**2682,11**
UF$/m2=	**64,57**

6.2 Anteproyecto Vial

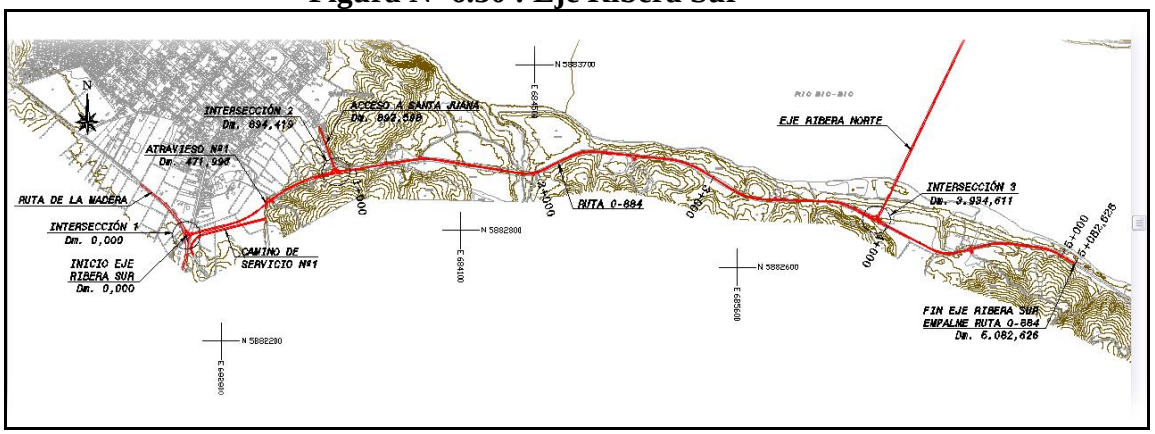
6.2.1 Diseño Geométrico

En el presente capítulo se entregan los fundamentos y criterios utilizados en el diseño geométrico del camino que habilita la interconexión entre las vías existentes con el puente proyectado y las localidades de Santa Juana y Talcamávida.

Dada la alternativa de emplazamiento del puente, este se conecta en la ribera sur con la Ruta O-884, vía paralela al cauce que conecta la ciudad de Santa Juana con las localidades de Colico y Monterrey y a través de esta ruta mejorada, mediante un sector en trazado nuevo, se comunica con la ruta concesionada conocida como el Camino de la Madera.

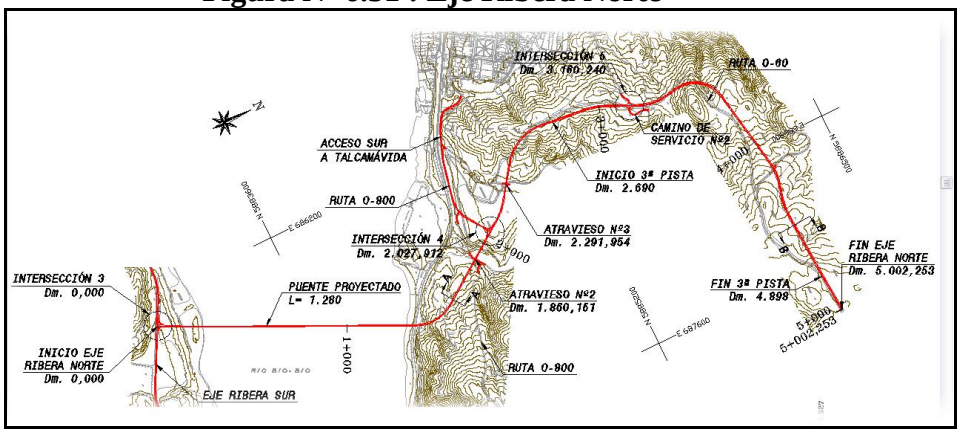
En la ribera norte, el puente se conecta por trazados nuevos con las Rutas O-800, que en futuro comunicará a Talcamávida con San Rosendo y con la O-60 que llega a Rere y Yumbel. Para efectos del diseño se han definido dos ejes, cada uno con sus propios kilometrajes.

Figura Nº 6.30 : Eje Ribera Sur



El primero, llamado “Eje Ribera Sur”, se inicia en la actual Ruta de la Madera (Dm 0,000) y se desplaza por el trazado de la Avenida Nueva Uno del Plano Regulador de Santa Juana conectándose con la Ruta O-884 a la altura de la Dm 1.000 para continuar por un trazado mejorado de esta vía existente, en dirección a Colico, y en la Dm 3.935 se ubica la bifurcación hacia el acceso sur del Puente nuevo.

Figura Nº 6.31 : Eje Ribera Norte



El segundo eje, denominado “Eje Ribera Norte”, se inicia en la intersección con la Ruta O-884, por un trazado nuevo alcanza el acceso sur del puente, continua por el puente de 1.280 m desarrollándose por un trazado nuevo que en la Dm 2.030 aproximadamente incluye una bifurcación que conecta con la Ruta O-800. El trazado nuevo continúa hasta empalmar con la Ruta O-60, en un recorrido que alcanza los 5.002 m.

De acuerdo con lo señalado en el Manual de Carreteras, el diseño geométrico del trazado será consistente con un camino Colector, elevando el estándar de las Rutas O-884 y O-60 en los sectores en que se intervienen y tramos nuevos que los complementen.

El diseño considera la conexión con la Ruta de la Madera, dos intersecciones sobre la Ruta O-884, en el acceso a Santa Juana y con el acceso al Puente, una intersección con la Ruta O-800 y otra con la Ruta O-60, en el acceso norte a Talcamávida en la Dm 3.160. Todas son intersecciones a nivel y con el nivel de seguridad que corresponde según el Manual de Carreteras, Volumen 3.

El diseño geométrico se realiza de acuerdo a las recomendaciones que entrega el Manual de Carreteras, Volumen 3 “Instrucciones y Criterios de Diseño” (MC-V3), de Junio 2002.

Para la realización del diseño geométrico se contó con los siguientes antecedentes:

- Estudio preliminar de alternativas de puente.
- Restitución Aerofotogramétrica y levantamiento topográfico escala 1:2000.
- Plano Regulador de Santa Juana.
- Visitas a terreno.

6.2.1.1 Categoría del Camino

De acuerdo al tópico 3.103.102 (4) del MC-V3, el trazado proyectado se clasifica como Camino Colector teniendo las siguientes características:

- Son caminos regionales o provinciales que sirven de tránsito de mediana y corta distancia.
- El servicio de tránsito de paso y la propiedad colindante tienen una importancia similar.
- Podrán circular por ellos toda clase de vehículos motorizados.
- Su sección transversal normalmente, es de dos pistas bidireccionales, pudiendo llegar a tener calzadas unidireccionales.

6.2.1.2 Descripción del Trazado

Eje Ribera Sur:

De acuerdo a las restricciones y condiciones de borde del eje se pueden definir los siguientes sectores:

Sector 1 Dm 0.000 a Dm 895
Sector de topografía ondulada, respetando la faja definida para la Avenida Nueva 1 de acuerdo al Plano Regulador de Santa Juana, hasta la Dm 675 aproximadamente donde se separa para empalmar con la Ruta O-884 existente.

Sector 2 Dm 895 a Dm 5.082
Sector de topografía ondulada, donde el camino proyectado se desarrolla sobre la actual Ruta O-884, respetando su faja. Los radios de este tramo son en algunos casos más restrictivos, de tal forma de respetar en lo posible la actual faja que posee la vía que se está mejorando.

Eje Ribera Norte:

Este eje se inicia con un pequeño tramo de 135 m desde la Ruta O-884 hasta el inicio del Puente Nuevo, el cual termina en la Dm 1.391 de este eje.

El trazado continúa en dirección noroeste pasando por detrás del cementerio de Talcamávida, para cruzar el sector montañoso y de altas pendientes que rodea a la localidad. El trazado pasa al norte de las instalaciones de agua potable que se encuentran en la ladera, aproximadamente en la Dm 2.570, y continúa hacia el norte para intersectar con la Ruta O-60 en la Dm 3.160. En adelante la vía se desarrolla por un trazado con pendiente máxima 8% hasta empalmar nuevamente con la Ruta O-60 en la Dm 5.002,253.

6.2.1.3 Velocidad de Proyecto

Teniendo en cuenta que la topografía predominante se caracteriza como Ondulado Medio y Montañoso se considera una velocidad de proyecto Vp de 60 Km/h para todo el trazado.

Cuadro Nº 6.7 : Velocidades de Proyecto Adoptadas

Eje	Terreno	Vp (Km/h)
Eje Ribera Sur	Ondulado Medio	60
Eje Ribera Norte	Montañoso	60

6.2.1.4 Singularidades del Camino

A continuación se señalan las singularidades presentes a lo largo del camino, por ejes:

- Eje Ribera Sur:
  - Dm 0,000 : Intersección a nivel con Ruta de la Madera.
  - Dm 471,996 : Paso Superior N°1, atravieso sobre sendero al Estadio de Santa Juana
  - Dm 894,419 : Intersección a nivel y conexión con la Ruta O-884 en dirección a Santa Juana.
  - Dm 3.934,611 : Intersección a nivel con Eje Ribera Norte.
  - Dm 5.082,626 : Fin Mejoramiento en Ruta O-884.

- Eje Ribera Norte:
  - Dm 0,000 : Intersección a nivel con Ruta O-884(Eje Ribera Sur).
  - Dm 111-1.391 : Puente Proyectado, L= 1.280 m.

- Dm 1.860,151 : Paso Superior N° 2, Atravieso sobre Ruta O-800.
- Dm 2.027,912 : Intersección a nivel, conexión con Ruta O-800 y Acceso Sur a Talcamávida.
- Dm 2.291,954 : Paso Superior N° 3, Atravieso para senderos forestales.
- Dm 3.160,037 : Intersección a nivel con Ruta O-60, dirección Talcamávida.
- Dm 5.002,253 : Empalme con Ruta O-60.

6.2.1.5 Sección Transversal

La sección transversal del camino se define de acuerdo a la categoría y velocidad de proyecto, de está forma y de acuerdo a las recomendaciones del MC-V3 se establece para los ejes Sur y Norte, un perfil tipo con calzada bidireccional de 2 pistas de 3,5 m, con berma de 1,5 m, S.A.P. de 0,8 m, pendiente transversal de 2,5% y cuneta tipo de 1,0 m en sectores de corte.

Adicionalmente, en los sectores en que la pendiente sobre 7% se extiende en longitud, en el eje ribera norte, se diseña un tramo con tercera pista para el tránsito lento, por el lado derecho y de 3,0 m de ancho, entre las Dm 2.690 y Dm 4.898.

Los taludes de terraplén de H:V igual a 3:2 y de corte H:V de 2:3 en sectores con suelo común y de 1:4 en sectores con presencia de roca.

6.2.1.6 Diseño en Planta

Definida la sección transversal de la vía y las velocidades de proyecto, se procedió a diseñar el trazado de la ruta en base al eje proyectado en la fase de preliminar y adoptando los siguientes criterios.

- Criterio de Diseño en Planta

La geometría en planta se diseñó con el criterio de proyectar curvas circulares con enlaces clotoidales principalmente, y circulares simples en radios mayores a 1.500.

Los parámetros proyectados son iguales o superiores a:

Vp= 60 Km/h R= 120 m A= 48

El diseño en planta con los parámetros que lo componen se detalla en los Planos del proyecto y en el Cuadro de Rectas y Curvas, adjunto en el presente informe.

Los parámetros utilizados en el diseño responden al de caminos y los criterios generales son los que recomienda el MC-V3 que enumeramos a continuación:

- En los sectores con trazado amplio (rectas mayores a 400 m) la V85% según recomendación tabla 3.201.301(1).B del MC-V3.
- Longitud mínima entre curvas del mismo sentido y consecutivas en **S** tablas 3.203.203(1) A y 3.203.203(2) A.
- Relación entre radios consecutivos, Vp ≤80 Km/h gráfico 3.203.304 A.
- Utilización de clotoides y criterios para definir su parámetro A, según numeral 3.203.402 del MC-V3.

- Radios que no requieren de clotoides, Vp ≤80 Km/h, R≥ 1500 m.
- Sobreanchos en curvas de radio pequeño y medio para vehículo tipo Semitrailer de Lt=22,4 m según tabla 3.203.306(2).A, M.C.-V3, detallados en planos de planta y longitudinal.

Los peraltes asociados al eje de diseño fueron calculados según los criterios que entrega el numeral 3.203.303 del MC-V3 y la lámina 3.203.303(2)A y que en síntesis sugiere mantener peraltes relativamente altos (7%) para un rango amplio de radios, independizándose de la velocidad de proyecto.

Los peraltes calculados, para radios entre 350 y 2500 se obtienen según:

$$P= 7\%-6{,}08*(1-350/R)^{1,3}$$

Donde:

P : Peralte (%)

R : Radio (m)

Para el cálculo de la longitud de transición de peraltes se utilizaron los deltas normales.

Cuadro Nº 6.8 : Radios y Peralte Eje Ribera Sur

Eje Ribera Sur			
Vértice N°	**Denominación Vértice**	**Radio(m)**	**Peralte (%)**
1	V1 – RS	400	6,6
2	V2 – RS	700	4,5
3	V3 –RS	330	7,0
4	V4 – RS	180	7,0
5	V5 - RS	250	7,0
6	V6 -RS	470	6,0
7	V7- RS	330	7,0
8	V8 - RS	330	7,0
9	V9 - RS	180	7,0
10	V10 - RS	330	7,0
11	V11 -RS	330	7,0

Cuadro Nº 6.9 : Radios y Peralte Eje Ribera Norte

Eje Ribera Norte			
Vértice N°	**Denominación Vértice**	**Radio(m)**	**Peralte (%)**
1	V1 – RN	3700	bombeo
2	V2 – RN	200	7,0
3	V3 – RN	330	7,0
4	V4 – RN	250	7,0
5	V5 – RN	400	6,6
6	V6 – RN	270	7,0
7	V7 – RN	170	7,0
8	V8 – RN	270	7,0
9	V9 – RN	350	7,0

6.2.1.7 Diseño en Alzado

El diseño en alzado del eje de proyecto fue realizado en paralelo con el diseño en planta, de modo de dar un adecuado balance entre ambos.

Los criterios que definieron el alzado fueron:

Ribera Sur:

- Pendiente máxima de 8%.
- En los sectores con posibilidad de adelantamiento, el parámetro mínimo de curvas verticales convexas es el recomendado por la tabla 3.204.405.A del MC-V3.
- Se diseña la rasante de modo de evitar los cortes y terraplenes demasiado altos, tratando de obtener el mejor balance en el movimiento de tierras.
- Los parámetros de diseño en alzado se determinan en función de la velocidad Vp para curvas cóncavas, V* para curvas convexas y la Tabla 3.204.403.A del MC-V3.

Cuadro Nº 6.10 : Parámetros Mínimos de Diseño en Alzado

Velocidad de Proyecto	Kv Curvas Convexas			Kc Convexa
	V*=Vp Km/h	V*=Vp+5 Km/h	V*=Vp+10 Km/h	Vp Km/h
60	1200	1450	1800	1400

- Gálibo mínimo vertical de 5 m en las estructuras.
- Empalme en cota y pendiente con los alineamientos de entrada y salida que conecta.

Ribera Norte:

- Pendiente máxima de 8%.
- En los sectores con posibilidad de adelantamiento, el parámetro mínimo de curvas verticales convexas es el recomendado por la tabla 3.204.405.A del MC-V3.
- Los parámetros de diseño en alzado se determinan en función de la velocidad Vp para curvas cóncavas, V* para curvas convexas y la Tabla 3.204.403.A del MC-V3.

Cuadro Nº 6.11 : Parámetros Mínimos de Diseño en Alzado

Velocidad de Proyecto	Kv Curvas Convexas			Kc Convexa
	V*=Vp Km/h	V*=Vp+5 Km/h	V*=Vp+10 Km/h	Vp Km/h
60	1200	1450	1800	1400

- Gálibo mínimo vertical de 5 m en las estructuras en caminos públicos.
- Gálibo mínimo vertical de 8 m en el puente sobre vía FFCC.
- Empalme en cota y pendiente con los alineamientos de entrada y salida que conecta.

La pendiente mínima proyectada se encuentra entre 0,35% y 0,50%, la primera sólo se da en el puente proyectado y cumpliendo con lo establecido en numeral 3.204.302 MC-V3.

6.2.1.8 Terceras Pistas

En aquellos sectores en que las pendientes sobrepasan el 7% y su extensión provoca disminución de velocidad en los vehículos pesados y para permitir el adelantamiento, se proyectó una tercera pista por el lado derecho.

Esto se diseñó en el eje Ribera Norte entre las Dm 2.690 y Dm 4.898, con una longitud de 2.248 m y velocidad de diseño de 60 Km/h.

Los criterios para el diseño de las terceras pistas fueron:

- Proporcionar entre las Dm 2.690 y Dm 4.898 del eje Ribera Norte, correspondiente a la zona montañosa, pistas para el tránsito lento de vehículos pesados y disminuir con ello el riesgo de adelantamientos no permitidos por la acumulación de vehículos que bajan su marcha por efecto de pendientes sostenidas altas.
- Disponer de longitudes mínimas de 500 m para las terceras pistas.
- Ancho de pista igual a 3,0 m y bermas de 1,5 m de ancho para Vp= 60 Km/h.
- Cuña de transición al inicio de la pista de 60 m y cuña de transición al final de la pista de 100 m, como recomienda el MC-V3.
- El aumento y disminución del número de pistas (cuñas de transición) se realizó según lo recomendado en la tabla 3.302.203(2) A del MC-V3.

6.2.1.9 Intersecciones

Se diseñaron 5 intersecciones a lo largo del camino. Tres se encuentran a lo largo del Eje Ribera Sur y dos en el Eje Ribera Norte.

Cuadro Nº 6.12 : Intersecciones Eje Ribera Sur

Denominación	Dm Eje Ribera Sur	Función
Intersección 1	0,000	Conecta el trazado proyectado con la Ruta de La Madera
Intersección 2	894,419	Conecta el Acceso a Santa Juana (Ruta O-884) con el trazado proyectado
Intersección 3	3.934,593	Conecta el Eje Ribera Sur con el Eje Ribera Norte

Cuadro Nº 6.13 : Intersecciones Eje Ribera Norte

Denominación	Dm Eje Ribera Sur	Función
Intersección 4	2.027,912	Conecta el trazado proyectado con la Ruta O-800 y el Acceso Sur a Talcamávida
Intersección 5	3.160,037	Conecta el trazado proyectado con Acceso Norte a Talcamávida y camino público.

Intersección 1:

Se proyecta la conexión del trazado proyectado con la Ruta de la Madera con un empalme en T, que permite todos los movimientos para el flujo vehicular.

La conexión desde el norte de la Ruta de la Madera hacia el trazado proyectado considera un giro a la izquierda protegido que se realiza a partir de una pista de frenado central de Lt=120 m, con cuña de Lc=70 m y Le=8 m, considerando una Vp=80 Km/h para la Ruta de La Madera. Las longitudes se determinaron a partir de la lámina 3.404.307(3) C y tabla 3.404.307(4).A del MC-V3.

El ingreso desde el sur de la Ruta de la Madera se efectúa por un eje secundario de Vp= 40 Km/h, con cuña de 20 m, con radio R= 45 y clotoide de A=35, según tabla

3.504.203(4).A. El ancho de la pista es de 4,9m con berma derecha de 1,5 m y berma izquierda de 0,6 m definidos a partir de la tabla 3.404.306(2).A del MC-V3.

El movimiento desde el camino en estudio hacia el norte de la Ruta de la Madera se efectúa mediante un eje secundario de Vp=35 Km/h con cuña de 20 m, con el mismo ancho de plataforma que el eje secundario anterior.

Para los vehículos que van desde el trazado proyectado hacia el sur se considera un giro a la izquierda con radio de 15 m.

Intersección 2:

Se proyecta un empalme en T del camino en estudio con la actual Ruta O-884, habilitando el acceso desde el sur y el norte a la ciudad de Santa Juana.

La intersección considera dos ejes secundarios de entrada y salida a la ruta respectivamente con Vp= 30 Km/h y cuñas de Lc=20 m. El eje de entrada a la ruta principal considera un radio de 25 m y clotoides de A= 20 y una plataforma con pista de 4,9 m, berma derecha de 1,5 m y berma izquierda de 0,6 m. El eje de salida considera un radio de 30 m con clotoides de A= 27, y una plataforma de 4,5 m, berma derecha de 1,5 y berma izquierda de 0,6 m. Ambas plataformas se determinaron según la tabla 3.404.306(2).A del MC-V3.

Los vehículos que vienen desde el sur realizan un giro a la izquierda protegido mediante una pista de frenado central de 3,5 m de ancho, de longitud Lt= 90 m, cuña de Lc=55 m y Le=8 m, con el fin de no interrumpir el libre tránsito a través del camino principal. Las longitudes se determinaron a partir de la lámina 3.404.307(3) C y tabla 3.404.307(4).A del MC-V3, caso II-B.

Los vehículos que salen hacia el norte desde Santa Juana realizan un giro a la izquierda para ingresar al camino principal.

Intersección 3:

Se proyecta un empalme en T ligeramente esviada para conectar los ejes Ribera Sur y Ribera Norte y así conectar el puente con el Eje Ribera Sur.

La intersección considera dos ejes secundarios de entrada y salida al Eje Ribera Sur respectivamente con Vp= 30 Km/h y cuñas de Lc=20 m.

El eje de entrada a la Ruta O-884 considera un radio de R= 37 m y clotoides de A= 34 de tal forma que un vehículo tipo semitrailer de 22,4 m no interfiera con el movimiento desde el puente hacia Santa Juana. Considera una plataforma con pista de 4,2 m, berma derecha de 1,5 m y berma izquierda de 0,6m determinada según la tabla 3.404.306(2).A del MC-V3, para el caso II-B.

El movimiento desde la Ruta O-884, desde el oriente, hacia el puente se realiza a través de un eje secundario con un radio de 25 m con clotoides de A= 20, y considera una plataforma de 4,5 m, berma derecha de 1,5 y berma izquierda de 0,6 m determinada según la tabla 3.404.306(2).A del MC-V3, para el caso II-A.

Los vehículos que se dirigen desde Santa Juana y viran a la izquierda hacia el puente lo hacen desde una pista de frenado de Lt= 90 m, con cuña de Lc= 55 m y pista de espera de Le=8m.

Los vehículos que giran desde el puente hacia el oriente por la Ruta O-884 realizan un giro a la izquierda hacia la pista del eje Ribera Sur.

Se considera una gota demarcada en el Eje Ribera Norte para que el punto de detención de los vehículos quede más cerca del borde del Eje Ribera Sur y el vehículo tipo semitrailer de 22,4 m que pudiera detenerse quede en un tramo con pendiente baja no superior al 3%.

Intersección 4:

Esta corresponde a un empalme T con 2 ejes secundarios para los movimientos de entrada y salida al camino principal de radio R=25 m y clotoides de A=20. Consideran una plataforma con pista de 4,2 m, berma derecha de 1,0 m y berma izquierda de 0,6 m determinada a partir de la tabla 3.404.306(2) A, del MC-V3.

Para los vehículos que vienen desde el puente y se dirigen a Talcamávida se considera un giro de radio 15 m a la izquierda.

Para los vehículos de salen de Talcamávida y se dirigen a Rere (hacia el norte), se considera un giro de radio 15 m a la izquierda.

Intersección 5:

Ésta corresponde a una intersección simple en cruz y conecta el Acceso Norte a Talcamávida con el camino principal, y permite la conexión del camino de tierra que se desarrolla por el costado oriente del Eje Ribera Norte. Su emplazamiento queda determinado por la visibilidad del sector.

Se consideran cuellos simples para los empalmes respectivos. Para el Acceso Norte a Talcamávida, producto de lo ajustado del eje secundario se considera un cuello con radios R=12 y R=25 m, para el movimiento de salida y entrada al camino principal, respectivamente.

Para el camino de servicio 2 se considera un cuello simple de Radios R=15 m.

6.2.1.10 Otros Ejes

Se diseñan diversos ejes secundarios con el objeto de restituir la vialidad afectada por el trazado del camino principal.

Los ejes y categoría asociada a cada uno se definen a continuación:

Cuadro Nº 6.14 : Ejes Secundarios Ribera Sur

Ejes secundarios Ribera Sur	Categoría	Vp (Km/h)	Dm	Longitud (m)
Ruta de la Madera	Autopista	80	0	570
Camino de Servicio 1	Calle Local	40 - 60	0 - 418	489
Acceso a Santa Juana	Calle Local	60	894	263

Cuadro Nº 6.15 : Ejes Secundarios Ribera Norte

Ejes secundarios Ribera Norte	Categoría	Vp (Km/h)	Dm	Longitud (m)
Atravieso 2	Desarrollo	30	1.860	111
Acceso Sur a Talcamávida	Calle Local	60-40	2.028	865
Conexión 1 a O-800	Calle Local	30	1.804 – 1.858	62
Conexión 2 a O-800	Desarrollo	30		64
Acceso Norte a Talcamávida	Desarrollo	30	3.160	74
Camino de Servicio 2	Calle Local	60-40	2.028	135

6.2.1.11 Resumen Movimiento de Tierras

El cuadro siguiente resume el movimiento de tierras por tramo analizado.

Cuadro Nº 6.16 : Resumen Movimiento de Tierras por Tramo

Descripción / Ejes	Ubicación Dm	Dm	Longitud (m)	Exc.Escarpe (m3)	Terraplén (m3)	Exc.Corte T.C.N. (m3)	Exc.Corte en Roca (m3)
Ejes Principales							
Tramo 1:							
(01) RIBERA SUR	0,000	5.082,626	5.082,626	27.169	95.315	17.331	41.081
Tramo 2:							
(02) RIBERA NORTE	0,000	2.028,000	2.028,000	7.314	113	57.105	0
Tramo 3:							
(02) RIBERA NORTE	2.028,000	5.002,253	2.974,253	22.619	140.769	182.981	0
Sub-Total Ruta				**57.102**	**236.197**	**257.417**	**41.081**
Ejes Secundarios							
Tramo 1:							
Ruta de la madera:							
(1) Aux_mad_1	0,000	262,447	262,447	1.285	1.120	379	0
(2) Aux_mad_2	262,447	570,228	307,781	1.567	1.693	99	0
(3) CAMINO SERVICIO 1	0,000	480,000	480,000	1.125	2.331	491	0
(4) CUELLO 1	0,000	15,000	15,000	33	29	4	0
(5) ACCESO A SANTA JUANA	0,000	263,681	263,681	1.099	2.494	2.681	0
(6) ACCESO 1	0,000	10,000	10,000	23	7	0	0
(7) CUELLO 2	0,000	15,702	15,702	59	396	6	0
(8) CUELLO 3	0,000	25,000	25,000	121	792	0	0
(9) CUELLO 4	0,000	22,518	22,518	113	209	0	0
(10) CUELLO 5	0,000	10,000	10,000	23	8	1	0
(11) CUELLO 6	0,000	12,067	12,067	21	35	5	0
(12) CUELLO 7	0,000	20,000	20,000	37	41	54	0
Tramo 2:							
(13) ATRAVIESO 02	0,000	110,944	110,944	206	475	83	0
(14) CONEXIÓN 1 RUTA O-800	0,000	64,455	64,455	29	24	847	0
Tramo 3:							
(15) CAMINO DE SERVICIO 2	0,000	138,845	138,845	437	1.252	87	0
(16) ACCESO NORTE A TALCAMÁVIDA	0,000	76,444	76,444	231	338	75	0
(17) CUELLO 10	85,000	102,308	77,308	94	0	1.691	0
Tramo 4:							
(18) CUELLO 8	0,000	12,000	12,000	22	37	14	0
(19) CONEXIÓN 2 RUTA O-800	0,000	61,675	61,675	212	578	33	0
(20) CUELLO 9	0,000	20,000	20,000	47	8	3	0
(21) ACCESO SUR A TALCAMAVIDA	0,000	865,000	865,000	1.604	3.822	5.801	0
Sub-Total Ejes Secundarios				**8.388**	**15.689**	**12.354**	**0**
Sub-Total Tramo 1				**32.675**	**104.470**	**21.051**	**41.081**
Sub-Total Tramo 2				**10.196**	**6.647**	**65.739**	**0**
Sub-Total Tramo 3				**23.381**	**142.359**	**184.834**	**0**
Sub-Total Tramo 4				**281**	**623**	**50**	**0**
TOTAL				**65.490**	**251.886**	**269.771**	**41.081**

6.2.2 Diseño de Obras de Saneamiento y Drenaje

Considerando los antecedentes del estudio hidrológico desarrollado en el Capítulo Estudio Hidrológico Cuenca Aportante al Camino, del volumen de Ingeniería Básica y en atención al régimen de escorrentía de las cuencas interceptadas por el camino, al tamaño y características de las mismas, y en consideración a que ninguna de las cuencas estudiadas en los caminos de acceso al puente sobre el río Bíobío posee control fluviométrico, para los efectos de la determinación de los caudales de diseño de los distintos elementos que conformarán el sistema de saneamiento, tanto transversal como longitudinal, se utilizarán los métodos de cálculo tradicionales para estos casos basados en relaciones precipitación-escorrentía.

6.2.2.1 Determinación Caudales Líquidos

Para la determinación de los caudales líquidos asociados a las cuencas existentes en el área de proyecto, para el posterior dimensionamiento de las obras de saneamiento del camino, se utilizó el Método Racional.

Con la determinación analítica de las áreas aportantes, coeficiente de escorrentía, tiempos de concentración y el resultado del análisis de las precipitaciones, se determinan los caudales líquidos asociados a cada cuenca.

La definición del período de retorno a usar para el diseño de las obras de drenaje de la plataforma, corresponde a lo recomendado en la tabla 3.702.2B del Manual de Carreteras Volumen Nº 3, en la cual se señala que se debe considerar para el diseño de las obras de saneamiento superficial un período de retorno de 10 años, valor a adoptar en este estudio. En el caso de las obras de arte, el período de retorno de diseño para el cual se determinaron los caudales de crecida será, 50 años y 100 años.

Método Racional

El método de la Fórmula Racional establece que el caudal máximo que produce una cuenca con período de retorno "T" esta dado por:

$$\mathbf{Q = \frac{C * I_{tc}^{T} * A}{3,6}}$$

Siendo:

Q : Caudal en m^3/seg

C : Coeficiente de escorrentía o fracción de la precipitación que escurre superficialmente.

I_{tc}^{T} : Intensidad de lluvia con período de retorno "T" y una duración "tc", expresada en mm/hora.

Tc : Tiempo de concentración de la cuenca, igual al mayor tiempo que demora una partícula de agua, que cae dentro de la cuenca, en salir de ella.

A : Área aportante en Km^2.

Determinación de Áreas Aportantes

La delimitación de las cuencas del proyecto se realiza sobre los planos disponibles, apoyado por superficies obtenidas a partir de cartografía digital Google Earth. Junto con la determinación del área aportante se consideran estimaciones de pendientes medias, desniveles y longitudes máximas de recorrido.

En la cuadro siguiente, se detallan cada una de estas áreas aportantes, sistemas y subsistemas, las cuales drenan a distintas quebradas que cumplen la función de vías evacuadoras principales.

Cuadro Nº 6.17 : Áreas del Estudio

Cuenca	Área		Longitud		Cota (msnm)		DH (m)	S (m/m)
	(m2)	(há)	(m)	(Km)	Máx.	Mín.		
C-01	88233	8.82	598.17	0.598	174.00	60.00	114.00	0.191
C-02	79224	7.92	521.70	0.522	180.00	72.00	108.00	0.207
C-03	236991	23.70	768.32	0.768	204.00	78.00	126.00	0.164
C-04	12865545	1286.55	5861.52	5.862	356.00	66.00	290.00	0.049
C-05	99935	9.99	465.09	0.465	140.00	58.00	82.00	0.176
C-06	390470	39.05	595.07	0.595	206.00	60.00	146.00	0.245
C-07	302923	30.29	611.58	0.612	194.00	52.00	142.00	0.232
C-08	2918178	291.82	3304.16	3.304	306.00	64.00	242.00	0.073
C-09	327545	32.75	753.44	0.753	154.00	54.00	100.00	0.133
C-10	189962	19.00	765.42	0.765	176.00	32.00	144.00	0.188
C-11	8501030	850.10	5953.54	5.954	268.00	70.00	198.00	0.033
C-12	100527	10.05	312.67	0.313	88.00	64.00	24.00	0.077
C-13	80590	8.06	422.15	0.422	96.00	58.00	38.00	0.090

Fuente: Elaboración Propia.

DOS LÁMINAS

Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía asociado a cada área aportante, se determinó como la suma de los factores existentes encontrados en cada área en estudio. Los valores del coeficiente de escorrentía frente a los diferentes tipos de superficies se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 6.18 : Coeficientes de Escorrentía

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y que 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes mayores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelo arcilloso o limoso con baja capacidad de infiltración, mal drenado	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelo producto de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura Vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena, 50% del área con praderas o bosques, no más de 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente, 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal, posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos

Fuente: Manual de Carreteras Volumen Nº 3.

Las recomendaciones anteriores son representativas de tormenta con períodos de retorno de 10 años. Para coeficientes de escorrentía con períodos de retorno mayor, se amplifican los resultados por 1,1 1,2 y 1,25 para períodos de retorno de 25, 50 y 100 años respectivamente.

A continuación se presentan los valores adoptados para cada cuenca.

Cuadro Nº 6.19 : Coeficientes de Escorrentía Adoptados por Cuenca

	C(10)	C(25)	C(50)	C(100)
C-01	0.36	0.40	0.43	0.45
C-02	0.36	0.40	0.43	0.45
C-03	0.32	0.35	0.38	0.40
C-04	0.26	0.29	0.31	0.33
C-05	0.34	0.37	0.41	0.43
C-06	0.36	0.40	0.43	0.45
C-07	0.36	0.40	0.43	0.45
C-08	0.28	0.31	0.34	0.35
C-09	0.33	0.36	0.40	0.41
C-10	0.40	0.44	0.48	0.50
C-11	0.26	0.29	0.31	0.33
C-12	0.38	0.42	0.46	0.48
C-13	0.38	0.42	0.46	0.48

Fuente: Elaboración Propia.

Intensidades

Según se determinó en la Ingeniería Básica, Análisis de Antecedentes Hidrológicos, las intensidades de diseño a utilizar en los cálculos de caudales, son las que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 6.20 : Intensidad de Diseño (mm/hr)

TABLA DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA P max 24 hrs						
Duración	**Precipitación (mm) en Función a Período de Retorno (años)**					
t	**2**	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**
	P=59.95 mm	**P=89.1 mm**	**P=110 mm**	**P=139.7 mm**	**P= 162 mm**	**P=188 mm**
10min.	42.3	54.5	63.7	75.9	85.2	94.4
15min.	34.44	44.40	51.93	61.89	69.42	76.95
30min.	21.2	27.4	32.0	38.2	42.8	47.5
60min.	15.3	19.8	23.1	27.6	30.9	34.3
2 hrs.	11.9	15.7	18.2	21.1	23.4	25.6
4 hrs.	7.7	10.2	11.8	13.7	15.2	16.6
6 hrs.	6.3	8.4	9.7	11.3	12.5	13.6
8 hrs.	5.5	7.3	8.5	9.9	10.9	11.9
10 hrs.	5.1	6.7	7.7	9.0	10.0	10.9
12 hrs.	4.6	6.1	7.1	8.2	9.1	9.9
14 hrs.	4.3	5.7	6.6	7.6	8.5	9.3
18 hrs.	4.0	5.2	6.1	7.0	7.8	8.5
24 hrs.	3.3	4.4	5.0	5.9	6.5	7.1

Fuente: Elaboración Propia.

Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración se puede estimar, en función de las características morfológicas de la cuenca:

a) Velocidad Media de Escurrimiento

$$T_C = 60\,\frac{L}{3{,}6 \cdot V_m} \qquad V_m = 3{,}668 \cdot S^{0{,}4886}$$

b) SCS (1975)

$$T_C = 258{,}7 * L'^{0{,}8} * \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0{,}7} / (1900 * S)^{0{,}5}$$ ***Cuencas Rurales***

c) Morgali y Linsley

$$T_C = 7 \cdot \frac{L^{0{,}6} \cdot n^{0{,}6}}{I^{0{,}4} \cdot S^{0{,}3}}$$ ***Fórmula de Flujo Superficial***

Siendo:

Tc : Tiempo de concentración en minutos.
L : Longitud del cauce principal de agua en Km.
L` : Longitud del cauce principal de agua en m.
H : Desnivel, en metros, desde la salida al punto más alejado de la cuenca.
S : Pendiente Promedio de la Cuenca (m/m)
n : Coeficiente de Rugosidad de Manning
I : Intensidad de Lluvia (mm/hrs)
CN : Curva Número

Para el tiempo de concentración adoptado, se consideró el promedio de los tres métodos, descartando aquellos valores que estuviesen un 30% sobre y por debajo del promedio. Finalmente se calculó y adoptó el promedio de los tiempos de concentración que quedaron dentro del rango antes señalado.

En el cuadro siguiente se indica el valor del tiempo de concentración adoptado en horas para cada uno de los subsistemas que conforman este estudio.

Cuadro Nº 6.21 : Tiempo de Concentración

Datos Generales						Tc (min)			
Cuenca	**A (há)**	**L (km)**	**DH (m)**	**S (m/m)**	**Vm (m/s)**	**Tc (Vm)**	**Tc SCS (1975)**	**Tc (Morgali & Linsley)**	**Tc Adoptado**
OA-1	847.28	5.92	208.45	0.035	0.7	137.8	148.5	175.83	**175.8**
OA-2	1291.40	5.97	308.00	0.052	0.9	115.4	123.6	151.00	**130.0**
C-01	8.82	0.60	114.00	0.191	1.6	6.1	10.2	15.26	**10.5**
C-02	7.92	0.52	108.00	0.207	1.7	5.1	8.8	13.57	**10.0**
C-03	23.70	0.77	126.00	0.164	1.5	8.4	13.5	19.59	**13.8**
C-04	1286.55	5.86	290.00	0.049	0.8	115.7	124.4	149.00	**149.0**
C-05	9.99	0.47	82.00	0.176	1.6	4.9	8.7	13.29	**10.0**
C-06	39.05	0.60	146.00	0.245	1.8	5.4	9.0	13.96	**10.0**
C-07	30.29	0.61	142.00	0.232	1.8	5.7	9.4	14.43	**10.0**
C-08	291.82	3.30	242.00	0.073	1.0	53.8	64.7	82.04	**66.8**
C-09	32.75	0.75	100.00	0.133	1.4	9.2	14.7	20.96	**15.0**
C-10	19.00	0.77	144.00	0.188	1.6	7.9	12.5	18.52	**13.0**
C-11	850.10	5.95	198.00	0.033	0.7	142.7	153.7	180.56	**180.6**
C-12	10.05	0.31	24.00	0.077	1.0	5.0	9.6	13.44	**10.0**
C-13	8.06	0.42	38.00	0.090	1.1	6.2	11.2	15.65	**11.0**

Fuente: Elaboración Propia.

Se debe tener en cuenta que el tiempo de concentración mínimo, de acuerdo a lo señalado en el Manual de Carretera Volumen Nº 3, será de 10 minutos.

6.2.2.2 Caudales Solicitantes para Obras de Arte

Con los antecedentes de áreas, intensidades, coeficientes de escorrentía y tiempos de concentración, es posible determinar mediante el método racional el caudal solicitante para cada una de las obras de arte transversales proyectadas en los caminos de acceso al nuevo puente sobre el río Bíobío. En el cuadro siguiente se presentan los caudales para todas las cuencas analizadas.

Cuadro Nº 6.22 : Caudales Solicitantes

Cuenca	C		Tc	I(mm/hr)		A	Q(m3/s)	
	50	100	(hr)	50	100	(Km2)	50	100
C-01	0.43	0.45	0.18	78.89	87.54	0.088	0.835	0.966
C-02	0.43	0.45	0.17	81.00	89.89	0.079	0.770	0.890
C-03	0.38	0.40	0.23	68.62	76.06	0.237	1.735	2.003
C-04	0.31	0.33	2.48	20.34	22.33	12.866	22.681	25.940
C-05	0.41	0.43	0.17	81.00	89.89	0.100	0.917	1.061
C-06	0.43	0.45	0.17	81.00	89.89	0.390	3.795	4.388
C-07	0.43	0.45	0.17	81.00	89.89	0.303	2.944	3.404
C-08	0.34	0.35	1.11	30.65	33.76	2.918	8.348	9.578
C-09	0.40	0.41	0.25	65.93	73.05	0.328	2.375	2.742
C-10	0.48	0.50	0.22	70.91	78.62	0.190	1.796	2.074
C-11	0.31	0.33	3.01	18.44	20.23	8.501	13.584	15.524
C-12	0.46	0.48	0.17	81.00	89.89	0.101	1.031	1.192
C-13	0.46	0.48	0.18	77.00	85.43	0.081	0.786	0.908

Fuente: Elaboración Propia.

6.2.2.3 Obras de Saneamiento Transversal

De acuerdo con el diseño vial proyectado y antecedentes descritos en los capítulos anteriores, se establece la necesidad de proyectar 18 obras de arte transversales. Cabe señalar que en algunos casos se han realizado subdivisiones a las cuencas estudiadas, a fin de compatibilizar los caudales aportantes producto del patrón de drenaje existente en la zona con el saneamiento de la vía propiamente tal.

De acuerdo a los caudales obtenidos para cada obra de arte en el punto anterior, correspondientes a cada cuenca tributaria, se realizó la verificación hidráulica de las obras de saneamiento proyectadas.

En el cálculo de capacidad de las obras de arte que servirán como atraviesos de cauces naturales bajo el camino, se utilizó el criterio propuesto por la sección 3.703.303(1) del Manual de Carreteras Vol. 3, en la cual se entrega una expresión para el cálculo analítico para la carga del escurrimiento en la entrada de la Obra de Arte propuesta por la FHWA generada a través de modelos de regresión.

$$He = (a + bzF + c(zF)^2 + d(zF)^3 + e(zF)^4 + f(zF)^5)*D$$

En que:

He = carga en la entrada (m)
a....f = coeficientes de regresión obtenidos de la tabla 3.703.303.A del MC-V3
F = $Q/D^{5/2}$ en alcantarillas circulares, o bien $Q/(BD^{3/2})$ en alcantarillas de cajón.
Q = caudal (m^3/seg)
D = altura de la alcantarilla (m); diámetro en caso de tubos
B = ancho de la alcantarilla (m)
i = pendiente longitudinal (m/m)
z = 1,81130889 factor de conversión para unidades métricas

Los factores que influyen en la determinación del funcionamiento hidráulico de las alcantarillas incluyen variables tales como la forma, la dimensión, la pendiente longitudinal y el tipo de entrada.

De acuerdo a los caudales de diseño definidos, se procedió a dimensionar las obras de arte necesarias para evacuar los caudales solicitantes. Las consideraciones básicas adoptadas fueron:

- Se diseñan obras transversales en ductos de sección mínima equivalente a un diámetro de un metro en el caso general, esto para facilitar las obras de mantención y limpieza de los ductos.
- Para las alcantarillas se consideran muros terminales, de cabecera o de boca según se trate de obras tipo cajón o de tubo, y muros de alas en los casos de cajones y losas.
- Las longitudes para cada alcantarilla han sido definidas en base a los planos de planta del camino, considerando el esviaje en cada caso, al ancho de plataforma y rasante proyectada.

En el cuadro siguiente se detalla la verificación hidráulica de las obras proyectadas para conducir las aguas de todos los cauces que cruzan la vía proyectada, consecuente con el tipo de obra y dimensiones definidas.

Si el nivel de la corriente inmediatamente aguas abajo de la salida se encuentra por debajo del radier de la alcantarilla la condición de salida no aplica.

Cuadro Nº 6.23 : Verificación Obras Transversales

		CAUDAL		DISEÑO						H	
		Diseño		C. ENTRADA		C. SALIDA				ADM	OBS
		T=50años	T=100años	He/D	He	L	i	n	He		
Nombre	TIPO DE O.A.	(m³/s)	(m³/s)		(m)	(m)	(%)		(m)	(m)	
OAT01	THBP D = 1000	0.835		0.77	0.77	14	1.00	0.013	0.73	0.9	I(CE)
OAT01A	THBP D = 1000	0.835		0.77	0.77	11	1.00	0.013	0.75	0.9	I(CE)
OAT02	THBP D = 1000	0.835		0.77	0.77	32	1.00	0.013	0.57	0.9	I(CE)
OAT03	THBP D = 1000	0.157		0.22	0.22	35	9.69	0.013	NA	0.9	I(CE)
OAT04	THBP D = 1000	0.130		0.18	0.18	26	11.39	0.013	NA	0.9	I(CE)
OAT05	THBP D = 1200		1.304	0.76	0.91	20	2.10	0.013	0.61	1.1	I(CE)
OAT06	Losa de Hormigón, 10 x 1.5		25.940	0.88	1.32	24.2	6.55	0.013	NA	1.4	I(CE)
OAT07	THBP D = 1000	0.917		0.78	0.78	28	8.75	0.013	NA	0.9	I(CE)
OAT08	Cajón de Hormigón, 1.5x 1.5		2.800	0.66	0.99	20.1	13.78	0.013	NA	1.4	I(CE)
OAT09	THBP D = 1200		1.588	0.86	1.04	37	1.00	0.013	0.79	1.1	I(CE)
OAT10	Losa de Hormigón, 7 x 2.0		13.264	0.52	1.03	33.2	7.26	0.013	NA	1.9	I(CE)
OAT11	THBP D = 1000	0.161		0.24	0.24	22	6.38	0.013	NA	0.9	I(CE)
OAT12	Cajón de Hormigón, 1.5x 1.2		2.375	0.81	0.98	16	1.00	0.013	0.90	1.1	I(CE)
OAT013	Cajón de Hormigón, 3.0x 2.5		15.524	0.86	2.15	65.7	1.4	0.013	1.39	2.4	I(CE)
OAT014	THBP D = 1000	0.710		0.81	0.70	11	1.00	0.013	0.70	0.9	I(CS)
OAT015	THBP D = 1000	0.255		0.36	0.36	11	1.00	0.013	0.54	0.9	I(CS)
OAT016	THBP D = 1000	0.120		0.19	0.19	11	7.85	0.013	NA	0.9	I(CE)
OAT017	THBP D = 1000	0.350		0.44	0.44	20	1.05	0.013	0.47	0.9	I(CS)
OAT018	THBP D = 1000	1.230		0.97	0.97	43	4.98	0.013	NA	0.9	I(CE)

Fuente: Elaboración Propia.
NA: No Aplica

Las obras definidas en general son obras del tipo THBP de diámetros D=1,0 m y 1,2 m, además de Losas y Cajones Simples de Hormigón Armado de distintas dimensiones.

Todas las obras han sido diseñadas de acuerdo a obras tipo del Manual de Carreteras Vol. N° 4. Estas obras se representan en los Planos de Obras de Arte incluidos en los documentos del proyecto.

6.2.2.4 Obras de Saneamiento Longitudinal

Cunetas y Soleras con Zarpa

El objetivo del diseño de estas obras de drenaje de la plataforma es mantener las pistas de tránsito libres de agua, lo que implica recoger, encauzar y evacuar las aguas que caen y se depositan en la plataforma del camino, las que pueden provenir de aguas lluvias que caen directamente sobre la faja vial y aguas superficiales que provienen de áreas vecinas fuera de la faja, que no son interceptadas previamente y acceden a éste.

Para las cunetas se considera una sección de 0,7 m de ancho y 0,2 m de altura con taludes H:V: 1:2 - 3:1 y coeficiente de rugosidad de 0,013, mientras que las soleras con zarpa, su sección es de 0,6 m de ancho y 0,15 m de altura con un coeficiente de rugosidad de 0,013.

El cálculo de los caudales solicitantes, en el caso de estas obras longitudinales, se realiza a través del Método Racional.

Por lo tanto, el caudal que la obra recibe por unidad de longitud, adoptándose la lluvia de período de retorno T igual a 10 años y duración de 10 minutos de acuerdo al acápite Nº 3.704.102 del Manual de Carreteras Volumen Nº 3, corresponde a:

$$q = \frac{C * I_{10\ minutos}^{10\ aœos} * b}{3.6} \quad (m3/seg/ml)$$

En que:

q : Caudal por metro lineal

c : Coeficiente de escorrentía
ci = 0,95 para carpeta de rodado
cii = 0,4 para superficie de terreno

I: Intensidad de lluvia para tc= 10 mín. y T= 10 años, I= 63,71 mm/hr.

b: Ancho faja aportante, variable según cuadro,

La velocidad máxima admisible depende del tipo de superficie por el cual escurre el agua, para el caso de obras revestidas se adopta como velocidad máxima 4,0 m/s.

Se considera que el flujo en las obras longitudinales, por la naturaleza del escurrimiento tiende a ser del tipo normal, por lo tanto se considera válida la expresión de Manning para la determinación del caudal.

$$Q = \frac{S\ R^{2/3}\ i^{0.5}}{n} \quad (m3/seg)$$

con:

S : Sección de escurrimiento (m2)

R : Radio hidráulico (m)

i : Pendiente del camino (%)

n : Coeficiente de Rugosidad Manning

Las pendientes de las obras de saneamiento longitudinal proyectadas son similares a las pendientes longitudinales del camino.

Fosos

Son obras de sección trapezoidal, que en el presente estudio están destinados a recoger las aguas superficiales que escurren desde y/o hacia la ruta, Se considera un aporte de la calzada más 150 metros del terreno natural.

Los fosos fueron diseñados de acuerdo con las características del suelo donde se emplazan, las pendientes del terreno y velocidad de escurrimiento.

Para el cálculo de los caudales aportantes a los fosos, se utilizó la fórmula racional:

La Intensidad de diseño, para T= 10 años y 10 minutos de duración, es 63,71 mm/hr;

Los cálculos se realizaron aplicando la fórmula de Manning, considerando una sección trapecial de 0,50 m de ancho basal mínimo, 0,50 m de alto mínimo, talud H:V: 1:2 y coeficiente de rugosidad de 0,033 para fosos sin revestir y 0,013 para fosos revestidos.

Bajadas de Agua

Se proyectan bajadas de agua en tubo corrugado media caña D= 0,6 m para la descarga de cunetas y soleras fuera de la plataforma vial. Las bajadas de agua consideradas para obras de arte que cruzan la vía proyectada corresponden a tubo corrugado media caña D= 1,0 m de acuerdo a los diseños establecidos en el Volumen N° 4 del Manual de Carreteras, láminas 4.106.001 y 4.106.101.

6.2.3 Diseño de Pavimentos

El dimensionamiento de cada una de las capas que componen la estructura del pavimento, es el objetivo del presente capítulo. Este dimensionamiento será resuelto para una vida de diseño de 20 años a partir del año 2015, que es el año estimado para el inicio de operaciones del eje en estudio.

Los procedimientos de cálculo concuerdan con la normativa contenida en el Capítulo 3.600 del Volumen 3 del Manual de Carreteras (junio 2002), las recomendaciones del Laboratorio Nacional de Vialidad y el método AASHTO contenido en el software PAVIVIAL. Se tienen además en cuenta la literatura existente sobre el tema y conceptos del propio Consultor, basados en su experiencia.

Se aborda primeramente la estimación de solicitación de tránsito acumulada anualmente. En seguida se analiza la capacidad de soporte de los suelos que servirán de fundación a la estructura de pavimento. Por último, se define la alternativa de solución en asfalto para la superestructura de la plataforma del camino.

6.2.3.1 Solicitación de Tránsito

A partir del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), para cortes temporales los años 2015 y 2025, que se estimó en la Etapa 3 de este estudio, se calcula la solicitación de tránsito. Para el cálculo de los Ejes Equivalentes (EE) se han tomado los valores de Feev (Factores de Ejes Equivalentes) que aparecen en la Tabla 3.603.202.C del MC-V3 (junio 2002), para la Plaza Los Horcones, Ruta 160 Km 60.

La solicitación acumulada se determinó para un horizonte de 20 años, a partir del año 2015, con los siguientes Factores de Distribución:

- Factor de Distribución Direccional : F_d= 100% (TMDA en un sentido)
- Factor de Distribución por Pista : F_p= 100% (calzada simple)

Luego; para cada vehículo tipo i:

$$EE_i = 365 * F_d * F_p * \Sigma\ TMDA_i * F_{eevi}$$

En los cuadros que siguen se detallan la composición del TMDA y Ejes Equivalentes, anuales y acumulados que se ha estimado demandará el eje en estudio.

Cuadro Nº 6.24 : Cálculo de Ejes Equivalentes en la Vida de Diseño (TMDA)

Año	Veh.Liv.	Camiones 2 Ejes	Camiones +2 Ejes	Buses	Total
2015	628	12	28	40	708
2016	756	17	48	49	871
2017	885	22	69	59	1.034
2018	1.013	26	89	68	1.196
2019	1.142	31	109	77	1.359
2020	1.270	36	130	86	1.522
2021	1.398	41	150	95	1.684
2022	1.527	46	170	105	1.847
2023	1.655	50	190	114	2.010
2024	1.784	55	211	123	2.172
2025	1.912	60	231	132	2.335
2026	2.040	65	251	141	2.498
2027	2.169	70	272	151	2.661
2028	2.297	74	292	160	2.823
2029	2.426	79	312	169	2.986
2030	2.554	84	333	178	3.149
2031	2.682	89	353	187	3.311
2032	2.811	94	373	197	3.474
2033	2.939	98	393	206	3.637
2034	3.068	103	414	215	3.800
	Feev	1,21	4,22	2,08	

Cuadro Nº 6.25 : Cálculo de Ejes Equivalentes en la Vida de Diseño (EE)

	EJES EQUIVALENTES				
Año	Veh.Liv.	Camiones 2 Ejes	Camiones +2 Ejes	Buses	Total
2015	-	2.650	21.564	15.237	39.451
2016	-	3.710	37.198	18.731	59.639
2017	-	4.770	52.832	22.225	79.827
2018	-	5.830	68.466	25.719	100.015
2019	-	6.890	84.100	29.212	120.203
2020	-	7.950	99.734	32.706	140.390
2021	-	9.010	115.368	36.200	160.578
2022	-	10.070	131.003	39.694	180.766
2023	-	11.130	146.637	43.188	200.954
2024	-	12.190	162.271	46.682	221.142
2025	-	13.250	177.905	50.176	241.330
2026	-	14.309	193.539	53.669	261.518
2027	-	15.369	209.173	57.163	281.705
2028	-	16.429	224.807	60.657	301.893
2029	-	17.489	240.441	64.151	322.081
2030	-	18.549	256.075	67.645	342.269
2031	-	19.609	271.709	71.139	362.457
2032	-	20.669	287.343	74.632	382.645
2033	-	21.729	302.977	78.126	402.832
2034	-	22.789	318.611	81.620	423.020
		254.390	3.401.753	968.572	**4.624.715**

6.2.3.2 Suelo de Fundación. Capacidad de Soporte (CBR)

De acuerdo a los resultados de la Mecánica de Suelos, incluidos en la INGENIERÍA BÁSICA, en los ejes proyectados no se presentarían problemas geotécnicos de importancia.

Los tipos de suelos detectados se diferencian claramente según se trate de sectores cercanos o de sectores alejados a las riberas del río. En los sectores ribereños se advierte la presencia de suelos tipo arenas que clasifican como SP, SM, SC según sistema USCS y A-1b (0) a A-2-4(0) según AASHTO, con capacidad de soporte CBR que fluctúa entre 15% y 36%. En los sectores alejados del río, se observa predominancia de suelos finos superficiales tipo arcillas y limos que clasifican como CL y ML según clasificación USCS y como A4(0) a A-7-6(14) según AASHTO; las capacidades de soporte CBR de estos suelos varían entre 6% y 13% a Densidad Natural, con mayor presencia de estos últimos. Puntualmente aparece roca en pozo ubicado en torno a Dm 800, y donde se proyecta un corte de gran altura entre Dm 700 y Dm 1.000 aprox.

En general, son los suelos con CBR mayor a 10% los que servirán de apoyo a la estructura del pavimento. En sectores puntuales, donde el CBR es menor a 10% se considera una capa de mejoramiento de 30 cm de espesor con CBR de al menos 20%; de esta forma, y aplicando la Teoría de la Bicapa, se obtiene un CBR de diseño mayor

para el sector y se homogeniza la subrasante con los otros sectores. Estos sectores con CBR<10% corresponden al inicio del eje Ribera Sur, en el sector plano de Santa Juana, entre Dm 0 y Dm 300 aproximadamente, y en el acceso norte al puente donde se proyecta un corte entre Dm 1.420 y Dm 1.720 aproximadamente.

Teoría de la Bicapa: $MRd = F \times MR_0$

$$1 / F = (0{,}125 \times [[0{,}0156 + h^2 (MR_1/MR_0)^{2/3}]^{-1/2}] + 1) \times (MR_0/MR_1)$$

donde:

MRd : módulo resiliente de diseño (Mpa)

MR_0 : módulo resiliente de la subrasante (Mpa)

MR_1 : módulo resiliente de la capa de mejoramiento (Mpa)

h : espesor de la capa de mejoramiento (m)

Las relaciones CBR-Módulo Resiliente (MR) son las que aparecen en el MC-V3 (junio 2002), y son las siguientes:

$MR = 17{,}6 (CBR)^{0{,}64}$; para CBR<12%

$MR = 22{,}1 (CBR)^{0{,}55}$; $12 \leq CBR < 80\%$

En página siguiente se incluye un cuadro con el resumen de la mecánica de suelos, el cálculo y análisis estadístico del CBR de diseño. No obstante resultan dos valores de CBR, con una diferencia mínima, se ha optado por usar el valor menor (CBR diseño=14,2%; MR=95 Mpa), dado que el resultado final es el mismo.

Cuadro Nº 6.26 : Resumen Mecánica de Suelos Ribera Norte

Pozo	Ubicación		Cota (m)	Tipo suelo	CBR		CBR	CBR
Nº	Dm	Observ.		USCS	D.N.	95%DMCS		diseño
RIBERA NORTE								
1	3100	Eje Ribera Norte	0,00-0,20	Suelo natural: arcilla con raicillas			13	13
			0,20-1,25	CL	13,0	12,2		
2	2500	Eje Ribera Norte	0,00-0,91	Suelo natural: arcilla con raicillas			13,5	13,5
			0,91-1,35	ML				
			1,35-1,90	CL	13,5	13,8		
2a	2500	Eje Ribera Norte	0,00-1,36	Suelo natural: arcilla con raicillas			-	-
			1,36-1,90	Arcilla con arena y limos				
3	680	Eje secundario	0,00-1,10	SP-SM			Fuera del eje	
			1,10-1,50	SP	34,2	36,4		
4	1680	Eje Ribera Norte	0,00-0,56	Suelo natural: arcilla con raíces dispersas			8,3	13,8
			0,56-1,22	ML				
			1,22-3,40	CL	8,3	8,6		
5	1380	Eje Ribera Norte	0,00-0,40	Suelo natural: arena fina con raíces			16,4	16,4
			0,40-3,30	SP	16,4	16,8		
						Promedio		**14,2**
						Desv.Est.		**1,51959**
						C.V.		**0,1072**

Cuadro Nº 6.27 : Resumen Mecánica de Suelos Ribera Sur

Pozo	Ubicación		Cota (m)	Tipo suelo	CBR		CBR	CBR
Nº	Dm	Observ.		USCS	D.N.	95%DMCS		diseño

RIBERA SUR								
6	3730	Eje Ribera Sur	0,00-0,56	Suelo natural: arena fina con raíces			14,3	14,3
			0,56-1,50	SP	14,3	15,4		
6a	3730	Corte existente	0,00-0,90	Suelo natural: arena fina con raíces			-	-
			0,90-3,00	Arena fina				
7	800	Eje Ribera Sur	0,00-0,90	CL			20,7	20,7
			0,90-1,70	SM-SC	20,7	20,6		
8	130	Eje Ribera Sur	0,00-0,18	Suelo vegetal			6,4	12,2
			0,18-0,65	ML	6,4	6,6		
			0,65-1,50	CL				
						Promedio		**15,4**
						Desv.Est.		**3,68544**
						C.V.		**0,2397**

6.2.3.3 Solución de Pavimento

La estructura propuesta se considera adecuada si la suma de las contribuciones estructurales de las capas que la componen supera o iguala al valor del Número Estructural requerido NEt; es decir si:

$$NEt \leq NE \quad (1)$$

Los parámetros considerados para los materiales de diseño son:

Cuadro Nº 6.28 : Capas Estructurales

CAPA	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (ai)	COEFICIENTE DE DRENAJE (mi)
1. Concreto Asfáltico de Superficie	0,43	----
2. Base Asfáltica Graduación Gruesa	0,33	----
3. Base Granular, CBR ≥ 80%	0,13	1,15 (ver Nota)
4. Subbase Granular, CBR ≥ 40%	0,12	1,15 (ver Nota)

Nota: Valor obtenido de la Tabla 3.604.106.B del MC-V3, suponiendo una base granular con finos hasta 10% y una subrasante de suelos finos.

Luego, los espesores (h) de la estructura total requerida cumplirán la relación:

$$NE = a1 * h1 + a2 * h2 + a3 * h3 * m3 + a4 * h4 * m4$$

La estructura de pavimento debe cumplir además con necesidades constructivas para que exista un buen funcionamiento del conjunto de capas que la conforman. Por lo tanto la elección de las características del conjunto de capas y/o individuales va a estar determinada por los siguientes factores:

- Proporcionalidad ascendente del espesor de una capa con respecto a la superior.
- El espesor mínimo estructural de una mezcla asfáltica es de 5 cm.
- El espesor mínimo de una capa granular es de 15 cm.

Se han usado los siguientes parámetros para el diseño de las capas de pavimento:

- Confiabilidad : R = 60%
- Desviación Normal Estándar : Zr = 0,253
- Error Estándar Combinado : So = 0,46
- Factor de Seguridad (10^{ZrSo}) : FS = 1,308
- Serviciabilidad Inicial : Pi = 4,2
- Serviciabilidad Final : Pf = 2,0
- Temperatura Media Anual Ponderada del Aire : 12,2ºC

Aplicando el método AASHTO con los parámetros anteriormente señalados resultan los siguientes Números Estructurales y estructuras de pavimento que cumplen la relación NE □ NEt y las condicionantes de diseño:

Cuadro Nº 6.29 : Requerimientos Estructurales y Solución de Pavimento Propuesta

Solicitación de tránsito	4.624.715
MR (Mpa)	95
Número Estructural sobre base granular (mm)	45
Número Estructural requerido NEt (mm)	74
Estructura en mm (vida diseño= 20 años):	
- Concreto Asfáltico de Superficie	**50**
- Base Asfáltica Graduación Gruesa	**70**
NEasf	45
- Base Granular CBR ≥80%	**150**
- Subbase Granular CBR ≥40%	**150**
NE	88

6.2.3.4 Otros Ejes

Se proponen las siguientes soluciones para el resto de los ejes, según las condiciones de operación que presentarán; a saber:

- Intersecciones: por facilidad constructiva se propone usar la misma solución diseñada para el eje principal.
- Acceso a Santa Juana, Acceso Sur a Talcamávida, Cuellos: se propone una solución de pavimento mínimo, consistente en una capa de Concreto Asfáltico de

Rodadura de 5 cm de espesor sobre una Base Granular CBR ≥80% de 15 cm de espesor. En el caso de los Cuellos de accesos secundarios, esta solución se justifica al considerar que en la berma se proyecta construir con una capa asfáltica única (la capa de concreto asfáltico de superficie del eje principal), y al ser los accesos una "extensión" de la berma, se puede continuar con esta misma solución.

- Atraviesos y otros ejes menores: se considera una Carpeta Granular de Rodadura CBR ≥60% de 20 cm de espesor.

6.2.4 Diseño de Seguridad Vial

La presente Memoria del Proyecto de Seguridad Vial señala los criterios tenidos en consideración para el diseño de la señalización, de las barreras de contención y de otros elementos de seguridad.

Las condicionantes geométricas relevantes dadas por los perfiles tipo principales son:

- Calzada bidireccional de 7,0 m de ancho
- Berma de 1,5 m de ancho
- S.A.P. de 0,8 m
- Bombeo de calzadas 2,5%

Los puntos singulares principales para efectos de Seguridad Vial, son las siguientes:

- Intersección con Camino de la Madera
- Intersección con acceso a Santa Juana
- Intersección con acceso sur a Puente Bíobío
- Puente Bíobío
- Intersección con acceso sur a Talcamávida
- Intersección con acceso Norte a Talcamávida

La proposición de señalización y de elementos de seguridad vial está basada en las características geométricas y en las condiciones del entorno, que estarán presentes al momento del término de la obra y en un futuro cercano, atendiendo a las normas y criterios establecidos para este tipo de vías.

6.2.4.1 Señalización de Tránsito

Señalización Vertical

Criterios Generales

La señalización proyectada en este estudio tiene como función principal regular el uso de la vía en cada momento y señalar los posibles peligros que pueda enfrentar el conductor.

En base a lo expuesto, el proyecto de Señalización Vertical considera como premisa principal concebir y disponer en forma adecuada la señalización, de acuerdo a los criterios contemplados en el Manual de Carreteras Volumen Nº 6 (MC-V6), que complementa lo reglamentado en el Manual de Señalización.

La velocidad de proyecto considerada en el diseño geométrico es de 60 Km/h a lo largo de toda la vía. Este parámetro se utilizará para definir las dimensiones de las señales verticales laterales.

El tamaño de las señales será el correspondiente a la Velocidad Máxima Permitida 60 y 70 Km/h, según Manual de Señalización.

Las diferentes señales verticales que se consideran en el proyecto, se agrupan en: señales Reglamentarias, advertencia de peligro (Preventivas) e Informativas. Éstas se ceñirán a lo estipulado en el Manual de Carreteras Volumen Nº 6, que considera todos los aspectos normativos del Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Además de incidir en el tamaño de las señales, las velocidades de proyecto influyen en las distancias de anticipación con que se ubican las señales. Se han respetado estas distancias conforme a lo estipulado en el MC-V6, usando los márgenes de tolerancia que este Manual estipula cuando esto no ha sido posible, principalmente frente a situaciones de interferencia con otras señales.

Para toda la señalización vertical se contempla un nivel retrorreflectancia del tipo III (Alta Intensidad) según Norma ASTM D4956-95.

a) Señales Reglamentarias

El objetivo de la señalización reglamentaria es entregar al conductor las prohibiciones y obligaciones particulares provenientes de las medidas expuestas en el Reglamento de Tránsito.

- Subdivisión:
  - . Señales de Prioridad (RPI)
  - . Señales de Prohibición (RPO)
  - . Señales de Restricción (RR)
  - . Señales de Obligación (RO)
  - . Señales de Autorización (RA)

- Detalles Sobre Colores:

  Fondo Blanco, Círculo Rojo y Símbolo Negro. Aquellas señales que lleven una leyenda de texto, destinada a reforzar o estipular ciertas condiciones de la reglamentación, se inscriben en un rectángulo con orla negra.

  Algunas señales del grupo RO son de fondo azul, símbolo y orla color blancos.

- Forma y Tamaño:

  Según Manual de Señalización:

Velocidad Permitida de 60 Km/h: el diámetro es de 60 cm. y las señales rectangulares son de 75 x 110 cm. Las señales Ceda el Paso son de 100 cm de lado proyectado y los discos Pare de 75 cm de lado proyectado.

b) Señales de Advertencia de Peligro

El objetivo de la señalización de advertencia de peligro es llamar la atención al usuario, de forma tal que su atención sea redoblada, en razón de la presencia de puntos conflictivos ligados a la geometría de la vía y al estado general de su entorno. Éstos se traducen en riesgos por características de la vía y riesgos relativos al tránsito.

- Subdivisión:
  - . Señales sobre Características Geométricas (PG)
  - . Señales sobre Restricciones Físicas de la vía (PF)
  - . Señales sobre Intersecciones con otras vías (PI)
  - . Señales sobre Características Operativas de la vía (PO)
  - . Señales sobre Situaciones Especiales (PE)

- Detalles sobre Colores:

  Fondo Amarillo, Símbolo y Orla Negra.

- Tamaño:

  Según Manual de Señalización:

  Velocidad Permitida de 60 Km/h: tienen un lado de 80 cm.

c) Señales Informativas

El objetivo de la señalización informativa es entregar al usuario de la vía la información de proximidad o presencia de dispositivos, instalaciones o servicios que sean susceptibles a su uso, así como también de las localidades de destino.

- Subdivisión:
  - . Señales de preaviso (IP)
  - . Señales de dirección (ID)
  - . Señales de confirmación (IC)
  - . Señales de identificación vial (IV)
  - . Señales de localización (IL)

- Detalles Sobre Colores:

  Señales de fondo verde, con textos, orla, símbolos y flechas blancas.

- Tamaño y Diagramación de Señalización Informativa:

  Para la diagramación de señales informativas se utilizará la aplicación del software de señales verticales SEVEVIAL, que forma parte del MC-V6, y que se encuentra basado en la reglamentación vigente y en los criterios del manual.

Con este programa computacional se establecen las dimensiones y espaciamientos para la confección de una señal.

Los criterios de las dimensiones de la señal, márgenes, altura de letra y espaciamientos entre ellas, se encuentran asociadas a la velocidad máxima de la vía.

Para efectos de este proyecto:

- La vía principal y las vías secundarias están asociada a una velocidad permitida de 60 Km/h.

Señalización Horizontal

La señalización horizontal, entrega información por sí sola o complementaria a la señalización vertical, constituyéndose entonces en un elemento indispensable de regulación y gestión de tránsito.

Los objetivos básicos que se persiguen con la señalización horizontal en un proyecto emplazado en estas características de entorno son:

- Actuar como un elemento más de la señalización vial.
- Guiar y ordenar el tránsito.
- Delimitar los sentidos del tránsito y uso de las pistas por donde deben circular los vehículos.
- Reforzar y/o complementar lo expresado por la señalización vertical.
- Proporcionar información y/o mensaje a los conductores sin distraer mayormente su atención.
- Resaltar el diseño geométrico de las vías e intersecciones, principalmente en condición nocturna.
- Delimitar claramente el fin de la calzada, en caso de calzadas con berma u otros espacios reservados para otros usos.

La señalización horizontal se puede dividir en dos grandes grupos, que son:

- Demarcación plana
- Demarcación elevada

a) Demarcación Plana

Las demarcaciones planas suelen desagregarse de la siguiente manera:

- Demarcaciones lineales
- Demarcaciones de achurados, símbolos y leyendas.

La agrupación anterior obedece principalmente a la forma de medición de una y otra.

i) Demarcaciones lineales: Para este proyecto se consideran los siguientes tipos:

- Línea de Eje Segmentada (Tipo A): Línea blanca segmentada en el eje, en sectores con adelantamiento permitido. Patrón 8 con relación brecha – segmento 5 y 3. El ancho de línea es de 12 cm.
- Línea de Eje Continua (Tipo C1): Línea blanca continua en el eje en sectores con prohibición de adelantamiento. Está conformada por 2 líneas blancas de 10 cm de ancho separadas por 12 cm.
- Línea Lateral Continua (Tipo C2): Línea blanca continua en borde de calzada. Ancho 15 cm
- Línea Lateral Segmentada (Tipo D): Línea blanca segmentada para pistas de viraje. Patrón 3 y la relación brecha – segmento es 2 a 1. El ancho de la línea es de 15 cm.
- Línea de Eje Mixta (Tipo M): Línea blanca en el eje, conformada por una línea segmentada y una línea continua, ambas de 10 cm de ancho y separadas por 12 cm. La línea segmentada posee el mismo patrón y relación brecha – segmento de la línea Tipo A. Utilizada en sectores donde solo una pista de la calzada bidireccional posee condiciones de adelantamiento.

ii) Achurados, Símbolos y Leyendas:

Por tratarse de una vía que se emplace en un sector con numerosas intersecciones, el uso de símbolos se asocia principalmente a éstas. Los principales símbolos considerados en el proyecto son:

- Flechas: Las flechas definen el uso de las pistas, en especial en la cercanía de cruces e intersecciones y generación de pistas de viraje. Se consideran en este proyecto:

  . Flecha recta
  . Flecha recta y viraje (izquierda o derecha)
  . Flecha de viraje para ambos lados
  . Flechas de viraje (izquierda o derecha)

- Achurados: Los achurados tienen por objetivo definir áreas de resguardo de bordes peligrosos y áreas de reserva.

  Se contempla para todas las demarcaciones, tanto lineales como de superficie, el uso de pintura termoplástica.

b) Demarcación Elevada

Tachas: Las tachas se usarán como refuerzo de las demarcaciones lineales, blancas en líneas traspasables y rojas en líneas no traspasables. También se usarán como refuerzo de los achurados de convergencia y divergencia y áreas de retranqueo de islas; en este caso, las tachas son amarillas.

La separación y colores de las tachas será la siguiente:

Líneas Tipo A : 16 m, blanca
Líneas Tipo C1 : 16 m, roja
Líneas Tipo C2 : 16 m, amarilla
Líneas Tipo D : 9 m, blanca
Líneas Tipo M : 16 m, roja/blanca

En caso de achurados, se aplicará un refuerzo con tachas, de acuerdo al Manual de Señalización.

Elementos de Apoyo Permanente (Balizamiento)

El balizamiento se puede definir como el conjunto de elementos que delimitan la vía, alguna de sus partes o encauzan físicamente la circulación de vehículos en tramos determinados.

El balizamiento es una señalización vertical destinada a reforzar aquellas zonas o tramos en que por sus características requieran mayor atención del conductor.

En general, el balizamiento no transmite al usuario ningún mensaje particular, simplemente le ayuda a distinguir mejor las características geométricas de la vía, mejorando la percepción de ella y entregando así una conducción más segura.

Para este proyecto, se han considerado los siguientes elementos de balizamiento:

- Delineador Direccional:

  Tienen como propósito guiar al usuario en la conducción por una curva, cuya geometría impone una conducción forzada, impuesta por un radio cercano al límite de la velocidad de proyecto, y de gran deflexión de los alineamientos que la conforman.

6.2.4.2 Sistemas de Contención Vial

Formando parte del proyecto de seguridad vial del camino se ha considerado la colocación de defensas camineras, con la finalidad de reducir la gravedad de los accidentes de tránsito, provocados por usuarios que pierden el control de sus vehículos, en aquellos sectores conflictivos de las vías objeto del presente estudio, como son la presencia de obstáculos laterales, desniveles peligrosos, o en general, cuando no se cuenta con una zona lateral despejada de mínimo 9 m de ancho. Para cumplir adecuadamente su función, las defensas camineras deberán asegurar un adecuado:

- Nivel de Contención.
- Nivel de Severidad del Impacto.

- Deformación del Sistema.
- Ángulo de Salida (capacidad de redireccionamiento).

Para este proyecto, se consideran barreras metálicas simples de doble onda. Éstas se proyectarán en general de acuerdo a la definición de criterios en función del tránsito y altura de terraplén, establecidos en el numeral 6.502.502(1) y la Lámina 6.502.502.A del MC-V6 y que se relacionan también con el talud o inclinación del terraplén. Los terraplenes se proyectan con talud 2:3, o sea, 1:1,5.

En base a las estimaciones de TMDA del estudio de tránsito en la ruta, se define que deben proyectarse barreras para terraplenes sobre 4 m de altura (h).

6.2.5 Estructuras de Paso

El presente capítulo corresponde al prediseño a nivel de Anteproyecto de las estructuras de los atraviesos para caminos rurales o huellas que cruzan los terraplenes del camino proyectado para los accesos al nuevo Puente sobre el Río Bíobío.

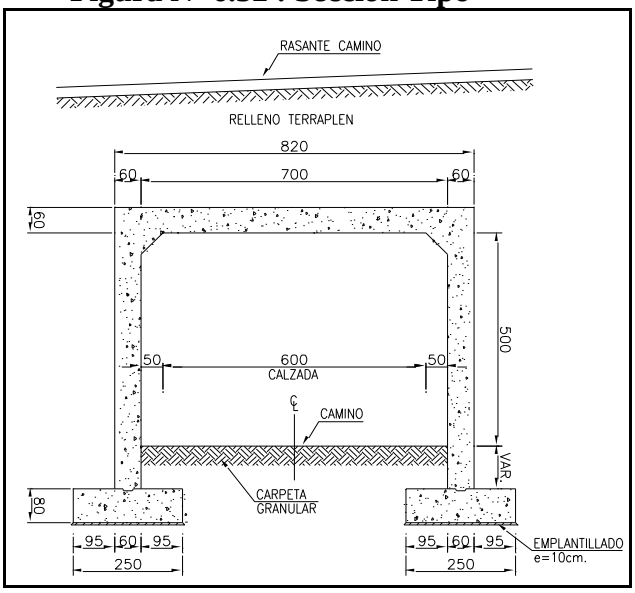
Son tres las estructuras que fueron analizadas, la primera se encuentra en el sector sur del trazado y las otras dos pertenecen al sector norte del trazado

A continuación se entrega una breve descripción de las estructuras, métodos constructivos, bases de cálculo, antecedentes de modelación, presupuesto y finalmente los planos estructurales.

6.2.5.1 Descripción de Estructuras

De modo general los tres atraviesos se proyectaron con la misma tipología estructural, la superestructura se constituye por una losa maciza de hormigón armado de 0,6 m de espesor, hormigonada “in situ”, apoyada sobre los muros laterales a través de una conexión mediante armaduras pasadas. La infraestructura se conforma por dos estribos hormigonados “in situ” de 0,6 m de espesor constante, los cuales se apoyan en una fundación directa, mediante zapata corrida de sección 2,5 m x 0,8 m. la figura siguiente muestra un esquema de la sección tipo.

Figura Nº 6.32 : Sección Tipo



Para contener los derrames de los terraplenes de acceso, se disponen de muros ala, formando ángulos de 45º con respectos a los ejes de los estribos.

Atravieso 1

El atravieso Nº1 corresponde a una estructura tipo pórtico de hormigón armado con una longitud de 21,3 m y una sección transversal efectiva para el tránsito de 7 m de gálibo horizontal y 5 m de gálibo vertical, se ubica en el sector de Santa Juana, aproximadamente en el Km 0+471,967 del trazado proyectado para el eje Ribera Sur.

Atravieso 2

El atravieso Nº 2 corresponde a una estructura tipo pórtico de hormigón armado con una longitud de 39,71 m y una sección transversal efectiva para el tránsito de 7 m de gálibo horizontal y 5 m de gálibo vertical, se ubica en el trazado proyectado para el eje Ribera norte, aproximadamente en el Km 1+860,151. La principal característica del atravieso es que cruza un terraplén de gran altura, dejando un relleno de aproximadamente 8 m sobre la losa de la estructura.

Atravieso 3

El atravieso Nº 3 corresponde a una estructura tipo pórtico de hormigón armado con una longitud de 23,7 m y una sección transversal efectiva para el tránsito de 7 m de gálibo horizontal y 5 m de gálibo vertical, se ubica en el trazado proyectado para el eje Ribera norte, aproximadamente en el Km 2+291,954 del camino..

6.2.5.2 Proceso Constructivo

El proceso constructivo que se propone consta de las siguientes fases:

- Excavaciones.

- Ejecución de fundaciones de estribos y muros ala adyacentes.
- Ejecución de elevaciones de estribos.
- Ejecución de elevación de muros ala
- Hormigonado de losa superior.
- Hormigonado de conexión losa-estribos
- Acabados.
- Relleno trasdós estribos, muros ala y superior losa.

6.2.5.3 Bases de Cálculo

Materiales

- Hormigón, según Nch 170 of 85
- Fundaciones H30 : fc'=250 kg/cm2
- Elevaciones H30 : fc'=250 kg/cm2
- Losa H30 : fc'=250 kg/cm2

- Acero Pasivo

Acero A63-42H con resaltes
Límite elástico : f_y=4.200 kg/cm^2
Resistencia última : f_u=6.300 kg/cm^2

Normativa

El diseño de la estructura se ha realizado de acuerdo con los siguientes documentos:

- Especificaciones del Departamento de Puentes (Unidad de Ingeniería) de la Dirección de Vialidad del MOP.
- Standard Specifications for Highway Bridges (2002, 17th edition). Association of State Highway and Transportation Officials, Inc. (AASHTO)
- Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318S-05). American Concrete Institute, ACI.
- Manual de Carreteras. Volumen Nº3. Instrucciones y Criterios de Diseño. Junio 2001 y complementos a 2009. Ministerio de Obras Públicas.

6.2.5.4 Combinaciones de Carga

Combinaciones en Rotura

- **Situación Estática**

1,30 x(Dpp + 1,15 x E_0 + SC + 1,15 x E_{sc})
1,30 x(Dcp +Dpp + 1,15 x E_0)

1,30 x (Dpp + Dcp + 1,67 x (L+I) + 1,15 x E_0)
1,30 x (0,75xDpp + 0,75x Dcp + 1,67 x (L+I) + 1,15 x E_0)
1,30 x (Dpp + Dcp + 1,67 x (L+I) + 0,50 x E_0)

Para el diseño del estribo se consideraron adicionalmente los estados de carga para la carga móvil, Comb 3, 4 y 5 sin mayorar por el coeficiente de impacto de 1,3.

Donde:

Dpp:	Cargas de peso propio
Dcp	Cargas Permanentes
L+I:	Envolvente de sobrecarga móvil HS 20-44+20%, incluyendo coeficiente de impacto I=1,30
E_0	Empuje de Reposo del terreno
E_{sc}:	Empuje del terreno debido a la sobrecarga de construcción
SC:	Sobrecarga de construcción

- **Situación Sísmica**

1,30 x (Dpp + Dcp + S+Imuro + Irelleno)
1,30 x (0,75 x Dpp+ 0,75 x Dcp + S + Imuro + Irelleno)

Donde:

S:	Empuje Sísmico
Imuro:	Inercia muro
Irelleno:	Inercia relleno trasdós

Combinaciones en Servicio

- **Situación Estática**

Dpp + Dcp + E_0 + E_{sc}
Dpp + Dcp + E_0
Dpp + Dcp + (L + I) + E_0
Dpp + Dcp + L + E_o

- **Situación Sísmica**

Dpp + Dcp + S + Imuro + Irelleno

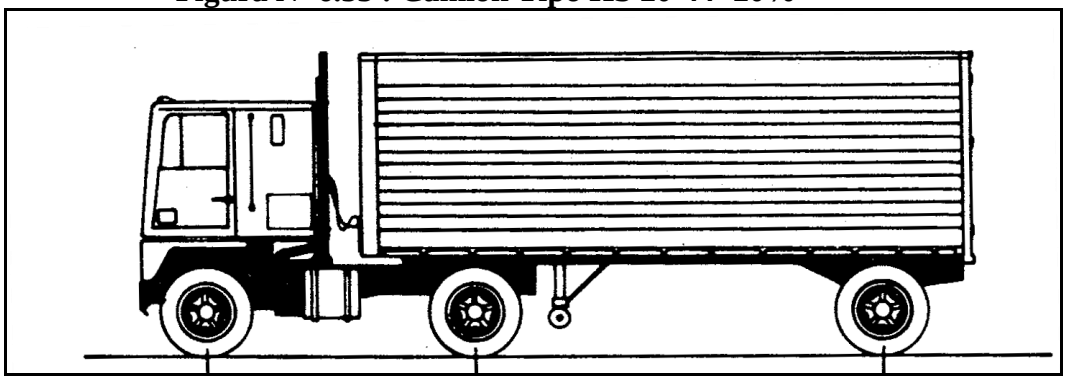
6.2.5.5 Modelación Estructural

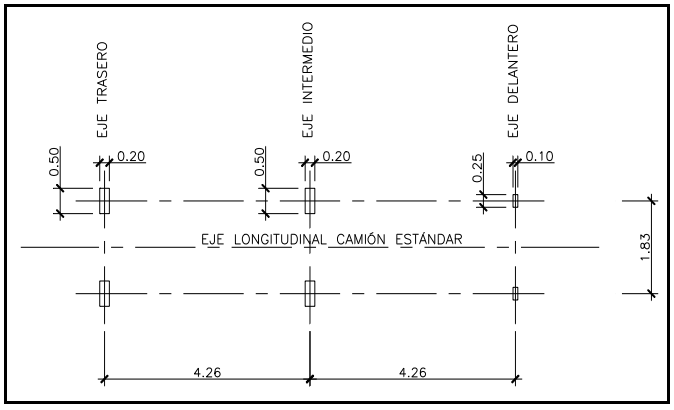
Carga Viva

La modelación de la carga vehicular que pasa por encima del estructura es considerada en forma discreta mediante una carga móvil, emulando el paso de la carga camión que especifica la norma AASHTO Standard HS 20-44+20%, la que considera 3 ejes de carga, de los cuales los 2 traseros corresponde a cargas de 14,5 [ton] separados a 4,26 [m] y el primero de 3,5[ton] separado a igual distancia.

Este tren de carga permitirá obtener los esfuerzos máximos en losa, estribos y zapata asociados a este estado de carga. Cabe destacar que para conseguir estos momentos máximos la carga se irá desplazando por toda la losa, así para el camión en el centro de la luz de la losa tendremos el momento positivo máximo y cuando se encuentre sobre el estribo se obtiene el momento negativo máximos en la zapata.

Figura Nº 6.33 : Camión Tipo HS 20-44+20%





Estructuras Enterradas

Según se establece en el Manual de Carreteras, para el análisis sísmico de estructuras enterradas se ha desarrollado un modelo simplificado que consiste en determinar la componente sísmica del empuje, σs, de modo de generar un desplazamiento Δs en el techo de la estructura.

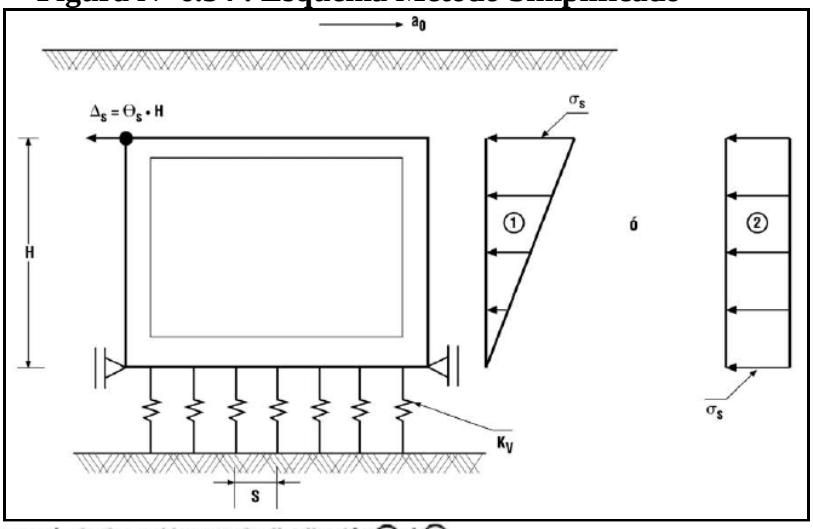
El desplazamiento se define como $\Delta s = H \cdot \theta s$, en que θs se obtiene del cuadro adjunto.

Cuadro Nº 6.30 : Desangulación sísmica de diseño

Tipo de suelo	Desangulación de diseño, θ_s		
	a_o = 0,3 g	a_o = 0,4 g	a_o = 0,5 g
Arenas	$7{,}5\times10^{-4}$	13×10^{-4}	20×10^{-4}
Gravas arenosas	$2{,}5\times10^{-4}$	4×10^{-4}	$5{,}5\times10^{-4}$
Suelos finos y suelos con cementación			
q_u (kgf/cm^2)			
0,25	18×10^{-2}	30×10^{-2}	44×10^{-2}
1,00	$5{,}0\times10^{-3}$	21×10^{-3}	45×10^{-3}
2,00	$11{,}0\times10^{-4}$	22×10^{-4}	35×10^{-4}
4,00	$4{,}0\times10^{-4}$	6×10^{-4}	$8{,}5\times10^{-4}$
8,00	$2{,}5\times10^{-4}$	4×10^{-4}	$5{,}5\times10^{-4}$

El método entrega solicitaciones sobrevaloradas ya que no considera la interacción suelo-estructura en los muros laterales. Se lo aplicará como diseño preliminar, como este estudio corresponde a un anteproyecto preliminar, se analizarán los Atraviesos tipo cajón utilizando la metodología simplificada.

Figura Nº 6.34 : Esquema Método Simplificado



- **Utilizar el caso más desfavorable entre la distribución ① ó ②.**
- **Repetir el cálculo aplicando los empujes sísmicos en el muro izquierdo.**
- **Se podrán eliminar los resortes K_v con lo cual la estructura se rigidiza, sobrevalorando los empujes sísmicos.**

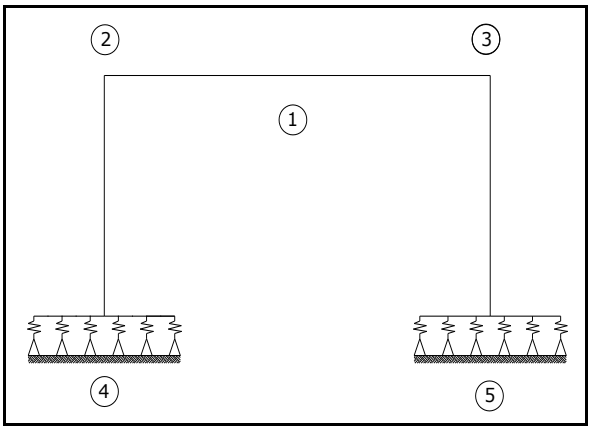
NOTA:

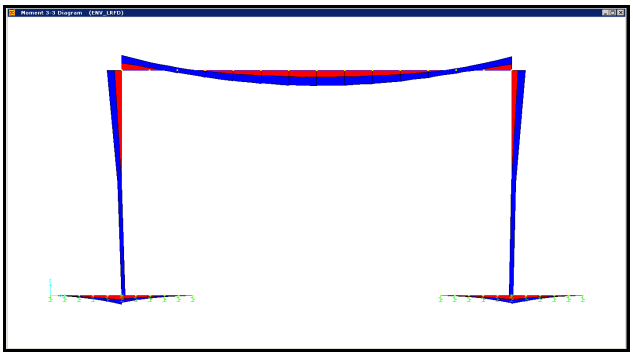
La componente sísmica del empuje, σ_s, se determina de modo de generar el desplazamiento $\Delta_s = \Theta_s \cdot H$ en la coronación de la estructura.

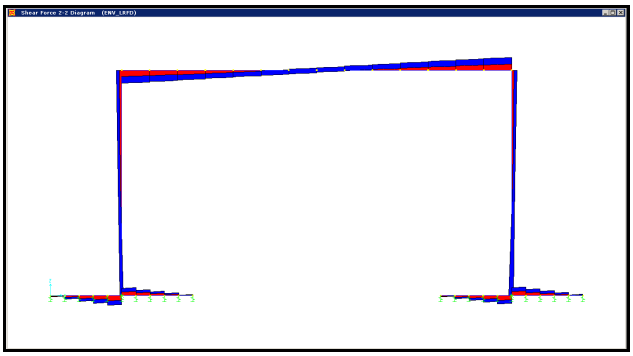
Considerando que la desangulación Θ_s se determina con la aceleración máxima del suelo, a_0, según la Tabla 3.1003.501(3) A, no se requerirá mayorar la solicitación sísmica, σ_s, obtenida.

Resultados

De la modelación estructural mediante elementos de barra en el software SAP2000 se obtuvieron los diagramas de esfuerzos y deformaciones, los cuales permitieron estimar las cuantías de acero de los elementos estructurales (losa, muros y fundaciones).







Cuantías de Acero (kg/ m3 de Hormigón)			
Estribos	Fundación	=	75
	Elevación	=	80
Losa		=	90
Muros Alas		=	75

6.2.6 Cubicaciones y Presupuestos Anteproyecto Vial

En este capítulo se entregan las cubicaciones de las distintas partidas que conforman la obra en los aspectos de preparación del área de trabajo, movimientos de tierras, pavimentos, estructuras, saneamiento y drenaje y seguridad vial. Se han incorporado al presupuesto del camino el costo de los tres atraviesos diseñados y la valoración de la iluminación de las cuatro intersecciones y del nuevo Puente. Los precios se han actualizado considerando los valores reales de los combustibles, asfaltos y materiales en general, que han tenido variaciones respecto presupuestos entregados anteriormente.

CORREDOR SANTA JUANA ORIENTE

PRESUPUESTO DE OBRAS VIALES
SOLUCIÓN PAVIMENTO DE ASFALTO

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO $	CANTIDAD TOTAL	PRECIO TOTAL $
100	**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**				
101-1	Remoción de Estructuras	m3	16.782	6	100.692
101-2	Remoción de Ductos	m	7.585	14	106.190
101-4	Remoción de pavimentos asfálticos	m2	1.170	2.156	2.522.520
101-6	Remoción de Barreras de Seguridad Simples	m	3.799	8	30.392
101-8	Remoción de Señalización Vertical Lateral	Nº	7.920	6	47.520
101-11	Remoción de Cercos	m	968	5.328	5.157.504
101-14	Traslado de Postación	Nº	129.431	6	776.586
101-18	Remoción de Árboles	Ha	5.544.500	7,66	42.470.870
102-1	Despeje y Limpieza de la Faja	Km	484.258	11	5.268.626
200	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**				
201-1	Excavación de Escarpe	m3	2.300	66.533	153.025.900
201-3	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturaleza	m3	2.925	272.777	797.873.895
201-4	Excavación de Corte en Roca	m3	8.608	41.081	353.625.248
202-1.A	Excavación de Corte en Terreno de Cualquier Naturalreza para Obras de Drenaje y Estructuras	m3	4.832	4.952	23.927.700
205-1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	4.932	255.202	1.258.656.570
206-1	Relleno Estructural	m3	10.902	1.671	18.221.279
206-2.C	Relleno Estructural en Zanja, Tipo 3 (Cama de Apoyo)	m3	4.465	0	0
209-1	Preparación de la Subrasante	m2	474	155.231	73.579.655
300	**CAPAS GRANULARES**				
301-2	Subbase granular CBR > 40%	m3	14.529	20.051	291.317.347
302-1	Base Granular, CBR ≥ 80%	m3	15.348	25.072	384.798.733
303-1	Carpeta granular CBR ≥ 60%	m3	14.675	3.075	45.132.669
400	**REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS**				
401-1	Imprimación	m2	891	122.675	109.303.425
402-1	Riego de Liga	m2	472	78.376	36.993.472
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	137.372	5.936	815.371.506
408-2	Base asfáltica de graduación gruesa	m3	128.883	5.486	707.093.381
500	**PUENTES Y ESTRUCTURAS**				
501-1	Hormigón H-5	m3	49.266	43	2.121.887
501-4	Hormigón H-20	m3	122.004	334	40.763.976
501-6	Hormigón H-30	m3	134.426	854	114.862.984
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	1.703	77.927	132.710.141
508-1	Revestimiento de Manpostería de Piedra	m2	28.081	99	2.790.971
600	**DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA**				
601-1G	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1000 mm	m	100.749	349	35.171.476
601-1H	Tubos de Base Plana de Alta Resistencia de Hormigón Simple, D=1200 mm	m	144.201	57	8.219.457
605-1	Embudos para Descargas de Agua	Nº	320.054	43	13.762.322
605-3.A	Descarga de Agua en Tubos de Metal Corrugado, D=0,6 m	m	71.501	1.356	96.933.906
607-1	Solera tipo A	m	9.830	3.168	31.138.884
608-1	Solera con Zarpa de hormigón	m	16.844	2.208	37.191.552
609-1	Cunetas de Hormigón	m	19.950	5.095	101.645.250
613-1	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos sin revestir	m	4.620	460	2.125.200
613-2	Construcción de Canales, Fosos y Contrafosos a revestir con Hormigón	m	16.800	6.569	110.364.240
614-3	Revestimiento de Canales, fosos y contrafosos	m3	106.768	1.136	121.340.647
700	**ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD**				
701-1	Cerco de Alambre de Púas	m	3.621	22	78.791
702-1.A	Señalización Vertical Lateral de un Poste	Nº	74.970	117	8.771.490
702-1.B	Señalización Vertical Lateral de dos Postes	Nº	99.225	17	1.686.825
702-5.B	Delineadores Verticales	Nº	39.911	3	119.733
702-5.E	Delineadores Direccionales	Nº	37.800	6	226.800
704-1.A	Demarcación del Pavimento, Línea Central Continua Tipo C1	Km	2.312.267	7,10	16.421.720
704-2.A	Demarcación del Pavimento, Línea Segmentada Tipo A	Km	1.581.273	3,77	5.953.493
704-4.A	Demarcación de pavimentos, línea Tipo M	Km	2.541.588	3,13	7.955.170
704-5.A	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Continua Tipo C2	Km	2.312.267	23,44	54.208.788
704-6	Demarcación del Pavimento, Línea Lateral Segmentada Tipo D	Km	1.267.991	0,49	621.316
704-7	Demarcación del Pavimento, Líneas. Simbolos y Leyendas	m2	18.409	3.380	62.222.420
705-1	Tachas Reflectantes	Nº	4.033	3.295	13.288.735
707-1	Barreras Metálicas Simples, de Doble Onda	m	34.650	3.670	127.165.500
	VARIOS				
	Iluminación intersecciones y Puente	gl	85.500.000	1	85.500.000
	Atravieso Nº1	gl	112.133.708	1	112.133.708
	Atravieso Nº2	gl	192.450.587	1	192.450.587
	Atravieso Nº3	gl	123.160.900	1	123.160.900
ANTEPROYECTO VIAL					**6.788.510.549**

6.2.7 Expropiaciones

El presente capítulo corresponde al estudio de expropiaciones desarrollado a partir de un diseño preliminar a nivel de anteproyecto, y contiene todos los elementos requeridos para asegurar la factibilidad, identificar los predios afectados y estimar los costos correspondientes según corresponde al estudio de preinversión en que se enmarca.

Para efectos de evaluar los requerimientos de expropiación, se contempla el ancho de faja total o adicional requerido por el diseño vial, según se trate de trazados nuevos o existentes, respectivamente.

Basados en la información obtenida de cartografía, Ortofoto CIREN Escala 1: 20.000 e IGM Escala 1: 50.000, se realizó primeramente el levantamiento en gabinete de los predios a expropiar. A partir de este, se realizó una verificación en terreno, que incluyó el reconocimiento de los lotes afectados, sus propietarios actuales y recopilación de la información de roles y tasación fiscal y certificados de dominio vigente.

La tasación comercial se realizó a partir de información proporcionada por corredores de propiedades, tasadores e ingenieros agrónomos de la zona afectada.

El plano adjunto muestra la Ortofoto CIREN con superposición del proyecto vial, a continuación del cual se presenta el cuadro Resumen de Expropiaciones que incluye:

- Identificación del lote
- Superficie
- Costo de expropiación
- Tipología del predio
- Tipología de explotación actual

Insertar:
Plano Trazado sobre Ortofoto CIREN
Cuadro Resumen de Expropiaciones

6.2.7.1 Antecedentes Legales

El cuadro siguiente detalla los Antecedentes Legales por lote, incluyendo:

- Propietario según SII
- Ubicación sobre el eje proyectado
- Superficie
- Rol SII
- Comuna
- Nombre de la propiedad
- Propietario Aparente
- Inscripción en Conservador de Bienes Raíces
- Observaciones, si se ameritan

Complementando lo anterior, se analizaron los antecedentes agrupados por lote:

- Ficha del lote
- Fotografía del lote
- Certificado de Avalúo
- Copia de Inscripción de Dominio

1 cuadro

1 cuadro

7 EVALUACIÓN DEFINITIVA

7. EVALUACIÓN DEFINITIVA

La evaluación considera como situación con proyecto la materialización del proyecto propuesto para el tramo 2 (puente en Sta. Juana Oriente más accesos a la vialidad inmediata), de acuerdo al anteproyecto desarrollado, cuyos costos se detallaron en el capítulo 2, (Cuadros N°2.1 y 2.2). La situación base corresponde a la situación sin una nueva conexión entre las riberas del río Bíobío.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los costos de operación y tiempo de viaje estimados para la selección de alternativas no sufren modificación como resultado del desarrollo del anteproyecto. En consecuencia, los beneficios por este concepto se mantienen sin variación respecto de la evaluación preliminar.

Los costos de conservación, que no fueron incluidos en esa evaluación preliminar, se determinan modelando con HDM-III-CH el deterioro y los consecuentes costos de mantenimiento. Los cuadros siguientes detallan los precios sociales de las acciones de conservación y las cantidades de obra requeridas, expresados como cantidades unitarias (por kilómetro de desarrollo) obtenidas de la simulación del deterioro.

Los costos unitarios de conservación se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro Nº 7.1: Costos Unitarios de Conservación

ASFALTO	CONSERVACIÓN RUTINARIA	38,62	UF/KM-AÑO	811.020	$/KM-AÑO
	BACHEO	0,40	UF/M2	8.400	$/M2
	SELLO (TS)	0,06	UF/M2	1.260	$/M2
	RECAPADO (e=5 cm)	0,40	UF/M2	8.400	$/M2

Fuente: Manual de Carreteras, Vol.1 Tomo II Cuadro Nº1.403.801(A)

Cuadro Nº 7.2: Detalle de Requerimientos de Conservación Tramo 2, por Km

AÑO	BACHEO [KM2]	SELLO (TS) [KM2]	RECAPADO (e=5 cm) [KM2]
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	0	0	0
2022	0	0	0
2023	0	0	0
2024	0	0,0023	0
2025	0	0	0
2026	0	0,0023	0
2027	0	0	0
2028	0	0	0
2029	0	0,0023	0
2030	0	0,0023	0
2031	0	0	0
2032	0	0	0
2033	0	0	0,0047
2034	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, L = 2,028 Km.

Los requerimientos unitarios anteriores, se aplican a la longitud del tramo.

Cuadro Nº 7.3: Cálculo de Costos de Conservación Tramo 2

AÑO	CONSERVACIÓN RUTINARIA 811.020 $/KM-AÑO	BACHEO 8.400 $/M2	SELLO (TS) 1.260 $/M2	RECAPADO (e=5 cm) 8.400 $/M2	TOTAL $/AÑO
2015	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2016	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2017	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2018	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2019	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2020	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2021	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2022	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2023	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2024	1.644.749	0	5.877.144	0	7.521.893
2025	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2026	1.644.749	0	5.877.144	0	7.521.893
2027	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2028	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2029	1.644.749	0	5.877.144	0	7.521.893
2030	1.644.749	0	5.877.144	0	7.521.893
2031	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2032	1.644.749	0	0	0	1.644.749
2033	1.644.749	0	0	80.065.440	81.710.189
2034	1.644.749	0	0	0	1.644.749

Fuente: Elaboración propia

7.1 Evaluación Social

El siguiente cuadro muestra los resultados de la Evaluación Económica Social, para el proyecto seleccionado, estimados de acuerdo al vector Precios Sociales definido por Mideplan para el proceso presupuestario 2010:

Cuadro Nº 7.4: Resumen de Resultados de la Evaluación Social Tramo 2

Indicadores	Tramo 2
Valor Actual Neto, millones de $ (6%)	40.553
Tasa Interna de Retorno	19%
Rentabilidad Inmediata	9%
IVAN	2,4
B/C	3,0

Fuente: Elaboración propia

El cuadro adjunto incluye el perfil de costos y beneficios del proyecto, así como el detalle de cálculo de los indicadores económicos pertinentes.

Como conclusión, se confirma la rentabilidad estimada para el proyecto seleccionado en la evaluación preliminar, observando sólo cambios marginales respecto de los indicadores anteriormente obtenidos.

Cuadro Nº 7.5: Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos Tramo 2 Puente Santa Juana Oriente

MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION		BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	TRI
			VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES				BENEFICIOS	ACTUAL	
			TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
	[M$]	COSTOS CONSERVACIÓN [M$]	TIEMPO [M$]	COSTOS OPERACIÓN [M$]	TIEMPO [M$]	COSTOS OPERACIÓN [M$]	TIEMPO [M$]	COSTOS OPERACIÓN [M$]	TIEMPO [M$]	COSTOS OPERACIÓN [M$]	TIEMPO [M$]	COSTOS OPERACIÓN [M$]	TIEMPO [M$]	COSTOS OPERACIÓN [M$]	ANUAL [M$]	BENEFICIOS [M$]	[%]
2013	-9.467.155														-9.467.155	-9.467.155	
2014	-9.467.155														-9.467.155	-8.931.278	
2015		**-1.645**	**27.242**	**33.018**	**691.522**	**730.497**	**978**	**4.311**	**3.102**	**17.419**	**13.044**	**40.595**	**10.853**	**94.811**	1.665.748	1.482.509	8,5
2016		**-1.645**	43.866	44.197	822.423	1.035.539	2.678	8.763	4.387	22.285	20.169	73.364	13.136	109.351	2.198.513	1.845.914	11,3
2017		**-1.645**	60.491	55.375	953.325	1.340.580	4.377	13.216	5.673	27.150	27.293	106.133	15.418	123.891	2.731.278	2.163.428	14,0
2018		**-1.645**	77.115	66.554	1.084.226	1.645.621	6.077	17.669	6.958	32.015	34.418	138.902	17.701	138.432	3.264.043	2.439.083	16,7
2019		**-1.645**	93.740	77.732	1.215.128	1.950.663	7.776	22.122	8.243	36.880	41.543	171.671	19.984	152.972	3.796.809	2.676.600	19,5
2020		**-1.645**	110.365	88.911	1.346.029	2.255.704	9.476	26.574	9.528	41.746	48.667	204.439	22.266	167.513	4.329.574	2.879.414	22,2
2021		**-1.645**	126.989	100.089	1.476.931	2.560.745	11.175	31.027	10.814	46.611	55.792	237.208	24.549	182.053	4.862.339	3.050.692	24,9
2022		**-1.645**	143.614	111.268	1.607.833	2.865.787	12.875	35.480	12.099	51.476	62.917	269.977	26.832	196.593	5.395.105	3.193.354	27,7
2023		**-1.645**	160.238	122.446	1.738.734	3.170.828	14.575	39.932	13.384	56.342	70.041	302.746	29.114	211.134	5.927.870	3.310.092	30,4
2024		**-7.522**	176.863	133.625	1.869.636	3.475.869	16.274	44.385	14.669	61.207	77.166	335.515	31.397	225.674	6.454.758	3.400.286	33,1
2025		**-1.645**	**193.487**	**144.803**	**2.000.537**	**3.780.911**	**17.974**	**48.838**	**15.955**	**66.072**	**84.291**	**368.283**	**33.680**	**240.214**	6.993.400	3.475.506	35,9
2026		**-7.522**	196.046	146.718	2.026.988	3.830.901	18.211	49.483	16.165	66.946	85.405	373.153	34.125	243.390	7.080.009	3.319.384	36,3
2027		**-1.645**	198.604	148.632	2.053.438	3.880.890	18.449	50.129	16.376	67.819	86.520	378.022	34.570	246.566	7.178.372	3.175.001	36,8
2028		**-1.645**	201.162	150.547	2.079.888	3.930.880	18.687	50.775	16.587	68.693	87.634	382.891	35.016	249.742	7.270.857	3.033.875	37,3
2029		**-7.522**	203.720	152.461	2.106.338	3.980.870	18.924	51.421	16.798	69.566	88.749	387.761	35.461	252.918	7.357.466	2.896.239	37,7
2030		**-7.522**	**206.279**	**154.376**	**2.132.789**	**4.030.859**	**19.162**	**52.066**	**17.009**	**70.440**	**89.863**	**392.630**	**35.906**	**256.094**	7.449.952	2.766.647	38,2
2031		**-1.645**	206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	7.455.829	2.612.103	38,2
2032		**-1.645**	206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	7.455.829	2.464.248	38,2
2033		**-81.710**	206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	7.375.763	2.299.798	37,8
2034	14.531.150	**-1.645**	206.279	154.376	2.132.789	4.030.859	19.162	52.066	17.009	70.440	89.863	392.630	35.906	256.094	21.986.979	6.467.589	112,7
VAN (6%)	-14.124.017	-53.110	1.435.515	1.126.747	16.543.558	28.873.759	126.906	351.687	121.922	523.891	630.250	2.685.631	275.242	2.035.348	40.553.329		

VAN	40.553.329
TIR	18,79
IVAN	2,41
B/C	3,03

Fuente: Elaboración propia

7.2 Análisis de Resultados

Se presenta una discusión de los resultados en tres planos, correspondientes a otros tantos aspectos sensibles en términos de confirmar una recomendación favorable respecto de la realización del proyecto:

- Un análisis de los beneficios al tránsito generado, que constituyen la componente fundamental de los beneficios del proyecto.

- Un análisis de los posibles impactos del proyecto en términos de accidentes, no cuantificados entre los beneficios.

- Una sensibilidad de los resultados frente a variaciones en las grandes componentes del flujo económico: Costo de Inversión Inicial y Monto de los Beneficios estimados

7.2.1 Beneficios al Tránsito Generado

Como se desprende del cuadro **Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos** presentado en el acápite anterior, los beneficios al tránsito generado representan un 88.5% de los beneficios netos totales. Entre estos, aquellos asociados a los vehículos livianos corresponden al 83.1%. Atendiendo a ello, el siguiente análisis se restringe a esta última tipología.

Atendiendo a esta relevancia en el resultado del proyecto, parece conveniente revisar su génesis para asegurar su verosimilitud.

Magnitud del Tránsito Generado

Un primer aspecto a revisar es la magnitud del tránsito generado frente al tránsito normal, a nivel de la red.

En los cuadros siguientes se muestran las matrices de viaje de vehículos livianos, estimadas para 2015 y 2025, normales y generados.

Cuadro Nº 7.6: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Normal, 2015

2015		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	sum
chiguayante	289					33,46							1,48	8,98		12,62	15,41	1,41			46,39		10,58				1,51	4,46	1,12					137,42
tome	290					19,08			0,58					1,61					2,53		3,39		6,79			3,39	6,70						2,53	46,60
talcahuano	291	1,61				128,06							1,48	22,82		49,37	65,52		32,51	8,67	79,12		10,18	2,17		29,35	10,69	9,36	0,56	0,49	1,73		27,21	480,90
penco	292																																	
florida	293	15,45	13,74	65,22			146,12		1,30		13,42	22,32												11,99			2,96							292,53
concepción	294	2,15	1,61			510,26		2,27	0,58	1,14			2,98	155,88		198,47	25,12		186,07		485,34	22,29	44,10		2,98	222,55	45,39	12,96	6,14		2,90		178,83	2109,98
coronel	295			0,59			2,30				34,97	0,59							10,86		14,34		2,58		1,09	8,60			1,53				3,08	80,54
hualqui	296					7,14										4,90	4,90				6,19	2,91	1,35			1,63	9,26							38,28
lota	297										13,46	0,59									1,74												15,79
santa juana	298					2,63	0,69	11,81		21,63				2,90					13,24		5,95	1,51	0,99	8,41		1,97			2,17				2,12	76,03
san pedro	299					68,15		0,56		0,56				23,97		21,60	24,13		17,35		47,54		13,60			28,20	8,01		2,24				14,82	270,73
viii costa	300						1,28									2,83										1,05								5,17
ñuble	301	9,43	5,59	9,79			90,66		1,60			9,43												9,41			0,72	1,64			6,86		0,56	145,68
quillon	302																																	
yumbel	303	0,97		12,81			62,49		3,50			5,64									1,71			1,79			2,20	1,53		7,04	65,73			165,44
cabrero	304	62,44	85,03	133,46			149,71		11,37		1,23	60,62												60,47			6,94	8,59		7,12	48,86			635,84
san rosendo	305																		5,25		34,53							2,90						42,67
nacimiento	306		2,66	7,98			63,96	13,87		5,17	162,38	3,55						3,29		41,29	0,46		0,69	10,68	0,44									316,41
laja	307	2,43	1,20																51,13		372,41	1,30	7,21	7,96		10,10		89,13			0,84		10,51	554,21
los ángeles	308	3,22	7,04	18,82			25,48	7,73		1,41	20,87	20,73				3,42	0,77	30,25	0,46	357,16				31,07		0,51					5,63		0,46	535,05
negrete	309						8,88	2,11			6,93						0,46			1,64				2,37				0,58						22,96
mulchen	310	1,07	1,41				20,25	2,60			3,78													6,00							1,41		1,04	37,57
arauco	311					10,89					12,11			10,05		6,15	6,88	5,84	1,53		19,79	1,60	2,43			2,29							1,46	81,02
norte	312		1,40				7,58	1,55											0,51					1,91		0,56		1,64					0,51	15,66
sur	313	1,07	0,92	2,83			67,94	11,20	1,25	2,81	4,77	2,37							1,41	7,24				1,17	0,49					3,45				108,93
copiulemu	314		3,06	3,68		1,63	44,38		6,83			9,23		0,89		2,01	1,51				0,74					0,74								74,70
santa fe	315						4,06													77,97														82,04
patagual	316	0,58					4,01	2,66		0,67	8,88	1,73							2,71															21,25
talcamavida	317													1,53		2,99	1,58									1,53	3,24							10,87
rere	318			5,31			4,49							4,62		125,64	11,19			0,51	8,14		1,61			1,53						0,58	1,46	165,09
rio claro	319																				1,20											0,48			1,68
angol	320		3,50	0,90			67,51	5,74		2,57	12,98	1,76							0,41	18,18				2,37											115,92
	sum	100,43	127,17	261,41		781,31	771,81	62,10	26,99	35,96	295,79	138,56	5,94	233,24		430,00	157,48	40,80	325,97	512,66	1128,99	29,61	102,12	157,77	8,06	314,18	94,39	132,78	13,75	18,11	134,43	0,58	244,59	6686,98

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 7.7: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Generado, 2015

2015		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	sum
		289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	
chiguayante	289																																	
tome	290																																	
talcahuano	291																													0,03				0,03
penco	292																																	
florida	293																																	
concepción	294																			60,44								0,43						60,86
coronel	295																																	
hualqui	296																					2,35												2,35
lota	297																																	
santa juana	298								2,90							10,43				70,26										104,85	0,74			189,17
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301																																	
quillon	302																																	
yumbel	303										10,43																							10,43
cabrero	304										1,33																							1,33
san rosendo	305						2,48				16,07																							18,56
nacimiento	306																																	
laja	307						10,87				191,33													17,19										219,39
los ángeles	308																																	
negrete	309																																	
mulchen	310																																	
arauco	311																	14,28																14,28
norte	312																																	
sur	313																													0,41				0,41
copiulemu	314																																	
santa fe	315						0,13																											0,13
patagual	316																																	
talcamavida	317										104,85														0,38									105,23
rere	318										0,74																							0,74
rio claro	319																																	
angol	320																																	
	sum						13,49		2,90		324,75					10,43		14,28		130,69		2,35		17,19		0,38		0,43		105,30	0,74			622,93

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 7.8: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Normal, 2025

2025		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	sum
chiguayante	289					39,33							1,76	12,07		15,23	21,98	1,56			64,75		14,77				1,99	6,23	1,46					181,15
tome	290					22,42			0,81					2,17					3,09		4,74		9,49			4,74	8,75						3,09	59,30
talcahuano	291	2,15				150,55							1,76	30,70		59,60	93,45		39,66	9,57	110,44		14,23	2,90		40,96	14,00	13,06	0,72	0,64	2,25		33,21	619,87
penco	292																																	
florida	293	18,14	16,14	76,67			36,19		1,61		15,12	26,25												13,98			3,41							207,52
concepción	294	2,88	2,15			599,90		3,01	0,81	1,51			3,54	209,61		239,61	105,99		227,03		677,47	27,19	61,56		4,00	310,66	59,42	18,09	8,03		3,78		218,19	2784,42
coronel	295			0,79			3,08				44,60	0,79							13,16		19,87		3,57		1,46	11,93			1,99				3,73	104,97
hualqui	296					8,93										6,30	7,45				9,20	3,78	2,01			2,43	12,91							53,02
lota	297										17,16	0,79									2,42													20,37
santa juana	298					2,96	0,89	15,05		27,59				3,73					15,48		7,95	1,76	1,33	10,73		2,63			2,73				2,47	95,29
san pedro	299					80,11		0,76		0,76				32,23		26,07	34,43		21,17		66,36		18,98			39,36	10,50		2,93				18,08	351,73
viii costa	300						1,51									3,03										1,30								5,84
ñuble	301	12,68	7,53	13,16			121,89		2,29			12,68												12,57			0,95	2,30			9,00		0,69	195,75
quillon	302																																	
yumbel	303	1,17		15,46			75,44		4,51			6,81									2,15			2,14			2,60	1,92		8,31	77,46			197,98
cabrero	304	89,08	121,29	190,38			95,03		17,26		1,68	86,48												85,62			9,67	12,77		9,90	68,02			787,16
san rosendo	305																		5,26		39,68							3,32						48,26
nacimiento	306		3,26	9,74			78,04	16,80		6,25	189,78	4,34						3,31		41,47	0,58		0,87	12,93	0,54									367,90
laja	307	2,68	1,33																51,36		427,95	1,32	8,29	8,73		11,60		102,40			0,90		10,56	627,12
los ángeles	308	4,49	9,84	26,27			100,71	10,71		1,96	27,92	28,92				4,29	1,14	34,76	0,58	410,41				43,07		0,72					7,67		0,58	714,01
negrete	309						10,84	2,55			8,11						0,61			1,64				2,88				0,72						27,36
mulchen	310	1,50	1,97				28,28	3,60			5,07													8,32							1,92		1,32	51,98
arauco	311					12,70					15,43			13,42		7,39	9,74	6,40	1,86		27,42	1,92	3,37			3,17							1,78	104,61
norte	312		1,89				10,18	2,06											0,63					2,53		0,79		2,30					0,63	21,01
sur	313	1,50	1,30	3,95			94,83	15,53	1,86	3,92	6,37	3,31							1,81	8,31				1,61	0,69					4,72			149,69
copiulemu	314		4,00	4,82		1,86	58,10		9,51			12,07		1,17		2,37	2,11				1,02					1,02								98,04
santa fe	315						5,68													89,60														95,28
patagual	316	0,76					5,25	3,47		0,87	11,14	2,25							3,24																26,98
talcamavida	317													2,01		3,52	2,20								2,01	4,43								14,16
rere	318			6,96			5,89							6,07		148,07	15,58			0,54	11,10		2,19		2,01						0,74	1,74		200,89
rio claro	319																				1,63											0,61		2,24
angol	320		4,28	1,12			82,38	6,96		3,11	15,17	2,14							0,46	18,26				2,88										136,75
	sum	137,03	174,98	349,31		918,76	814,21	80,49	38,64	45,96	357,52	186,84	7,06	313,17		515,48	294,67	46,03	384,78	579,81	1474,72	35,98	140,66	210,89	10,71	435,74	124,20	163,13	17,86	23,57	171,62	0,74	296,07	8350,63

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 7.9: Matriz de Viajes diarios, Vehículos Livianos, Tránsito Generado, 2025

2025		chiguayante	tome	talcahuano	penco	florida	concepción	coronel	hualqui	lota	santa juana	san pedro	viii costa	ñuble	quillon	yumbel	cabrero	san rosendo	nacimiento	laja	los ángeles	negrete	mulchen	arauco	norte	sur	copiulemu	santa fe	patagual	talcamavida	rere	rio claro	angol	
		289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	sum
chiguayante	289																																	
tome	290																																	
talcahuano	291																																	
penco	292																																	
florida	293						0,02				6,40																							6,42
concepción	294					0,05										0,02	0,02			64,34	0,03					0,02								64,47
coronel	295																				5,02		0,87			2,88								8,77
hualqui	296																					0,44												0,44
lota	297																				0,61													0,61
santa juana	298					1,25			7,57					1,09		30,61				292,63	2,96		0,48			0,92				116,65	1,92			456,07
san pedro	299																																	
viii costa	300																																	
ñuble	301																																	
quillon	302																																	
yumbel	303										30,61													1,71										32,32
cabrero	304						0,02				5,82													3,37										9,21
san rosendo	305						2,63				71,11																							73,75
nacimiento	306																																	
laja	307						11,56				796,80													24,35										832,71
los ángeles	308							2,70		0,49	10,36													10,84										24,40
negrete	309																																	
mulchen	310							0,87			1,79													2,02										4,69
arauco	311															5,91	0,38	18,54			6,91		0,82			0,76								33,31
norte	312																																	
sur	313							3,72		0,94	2,20													0,39										7,25
copiulemu	314																																	
santa fe	315																																	
patagual	316																																	
talcamavida	317										116,65																							116,65
rere	318										1,92																							1,92
rio claro	319																																	
angol	320																																	
	sum					1,30	14,23	7,29	7,57	1,43	1043,68			1,09		36,54	0,39	18,54		356,96	15,53	0,44	2,17	42,69		4,57				116,65	1,92			1672,99

Fuente: Elaboración propia

La revisión de las matrices anteriores permite apreciar, en primer término, la incidencia de los tránsitos normal y generado, según resume el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 7.10: Incidencia del tránsito Normal y Generado – viajes/día

Tipo de Viaje	2015		2025		incremento
Veh. Livianos	Viajes	%	Viajes	%	2015 a 2025
Normal	6 687	91.5%	8 351	83.3%	24.9%
Generado	623	8.5%	1 673	16.7%	168.5%
Total	7 310	100.0%	10 024	100.0%	37.1%

Fuente: Estudio de Demanda

Se observa que el tránsito generado explica un 8,5% del total de viajes de vehículos livianos en 2015, lo que no parece singularmente excesivo para una conexión como la propuesta.

Esta incidencia se eleva al 16,7% el 2025, lo que obedece a que las nuevas conexiones incorporadas para ese año en la situación base (particularmente la conexión San Rosendo – Talacamávida, que se agrega al puente Laja que conecta Laja y San Rosendo existente ya el 2015) agregan una nueva fuente de viajes generados.

Un segundo aspecto a revisar es la incidencia del tránsito generado a nivel del arco que se incorpora en la red, esto es, del Puente Santa Juana, la que se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 7.11: Tránsito Estimado sobre Puente Santa Juana - Veh/día

Tipo de	2015				2025			
Viaje	Livianos	Cam 2E	Cam +2E	TMDA	Livianos	Cam 2E	Cam +2E	TMDA
Normal	42	3	14	59	359	36	236	631
Generado	623	9	21	653	1 594	22	55	1 671
Total	665	12	35	712	1 953	58	291	2 302

Fuente: Estudio de Demanda

Se aprecia que la incidencia del tránsito Generado es mucho más relevante sobre el puente que a nivel global. Ello es de esperar, puesto que hay un gran número de arcos que no son parte de alternativas de viaje que se mejoren al introducir el puente en la red.

Una mirada más profunda a la componente generada del tránsito estimado sobre el puente puede construirse a partir de la matriz de viajes del tránsito generado. Observando esta matriz para vehículos livianos (Cuadro Nº 7.6 al Cuadro Nº 7.9), pueden identificarse las principales componentes de ese flujo, como se muestra a continuación:

Cuadro Nº 7.12: Principales Componentes del Tránsito Generado sobre el Puente Veh livianos/día 2015

Destino / Origen	Santa Juana	Yumbel	Laja (*)	Talca-mávida	Total viajes atraídos	Población hab	Viajes Atr / hab
Sta. Juana		10	70	105	185	1826	
Yumbel	10				10	20604	0.000
Laja (*)	207				207	19537	0.011
Talcamávida	105				105	1385	0.076
Total Viajes Gen	322	10	70	105	507	43352	0.012
Población hab	1826	20604	19537	1385	43352		
Viajes Gen / hab	0.176	0.000	0.004	0.076	0.012		

Fuente: Matriz de Viajes Generados, 2015

Cuadro Nº 7.13: Principales Componentes del Tránsito Generado sobre el Puente Veh livianos/día 2025

Origen \ Destino	Santa Juana	Yumbel	Laja (*)	Talca-mávida	Total viajes atraídos	Población hab	Viajes Atr / hab
Sta. Juana		31	293	117	441	1826	
Yumbel	31				31	20604	0.002
Laja (*)	828				828	19537	0.042
Talcamávida	117				117	1385	0.084
Total Viajes Gen	976	31	293	117	1417	43352	0.033
Población hab	1826	20604	19537	1385	43352		
Viajes Gen / hab	0.535	0.002	0.015	0.084	0.033		

Fuente: Matriz de Viajes Generados, 2025

Puede observarse que el año 2015, de los 653 viajes generados que utilizan el puente Santa Juana, 507 se realizan entre Santa Juana y Talcamávida, Laja y Yumbel. Entre Talcamávida y Santa Juana se producen, en particular, 105 viajes lo que representa 0,012 viajes/hab de Talcamávida o 0,058 viajes/hab de Santa Juana. El total de viajes atraídos por Santa Juana alcanza, por su parte a 322 vehículos, esto es, 0,0176 veh/hab de esa localidad.

El año 2025 la generación aumenta fuertemente, de 507 viajes a 1417. Ello se debe principalmente a la habilitación de la conexión Laja – Talcamávida, que potencia los viajes sobre el puente Santa Juana: En efecto, los viajes generados entre Laja y Santa Juana crecen de 207+70= 277 el año 2015 a 828+293=1121 el año 2025. Por lo anterior, las tasas de generación aumentan significativamente en estas dos localidades, manteniéndose con cambios marginales en Talcamávida y Yumbel.

Como conclusión, puede afirmarse que los volúmenes del tránsito generado sobre el puente Santa Juana, aunque importantes, son razonables. Mientras que la componente mayor de este tránsito generado obedece a flujos entre Talcamávida y Santa Juana el año 2015, para el siguiente corte temporal la componente principal corresponde a flujos entre Laja y Santa Juana que utilizan la nueva conexión Laja - Talcamávida.

Plazo en que se expresa la Generación del Tránsito

Tan necesario como el análisis acerca de la magnitud que pueda alcanzar el tránsito generado, desarrollado anteriormente, parece el hacer una reflexión sobre el tiempo de maduración o plazo que tarda la demanda de tránsito a responder a una reducción en los costos generalizados de viaje.

En efecto, parece razonable admitir que el ajuste de la demanda a una reducción de costos o mejoramiento de la oferta no es instantáneo. Fácil es imaginar que los usuarios tardarán algún tiempo en tomar conocimiento y evaluar las nuevas condiciones del viaje, eventualmente deberán tomar además decisiones previas a viajar, como por ejemplo cambiar de proveedor de un servicio comercial, educacional o de salud que le quedará más cercano, o incluso adquirir un vehículo que antes no necesitaba. Todos estos elementos pueden generar un cierto rezago entre la puesta en servicio de la nueva oferta de infraestructura y el pleno desarrollo del incremento de demanda que de ello cabe esperar.

La estimación de la demanda generada, por otra parte, se ha realizado a través de un modelo de demanda directa que reconoce explícitamente como variables explicativas el costo del viaje y las poblaciones entre al par O/D en que se realiza el viaje, de la forma:

$$T_{ij} = g \frac{P_i P_j}{P} (C_{ij})^{\beta}$$

Donde:

Tij	:	flujo de la zona i a la zona j
Pi	:	población de la zona de origen
Pj	:	población de la zona de destino
P	:	población total del área de estudio
g	:	tasa de generación de viajes (tendencial).
C	:	costo de viaje utilizado en el modelo de asignación
ß	:	parámetro de impedancia

Atendiendo a que la calibración de esta función se realiza considerando el universo de viajes encuestados al momento de realizar el estudio, es razonable esperar que la función obtenida represente adecuadamente el comportamiento de los viajes en ese momento, en que se observan viajes con diferentes poblaciones y costos entre sus O/D. Sin embargo, y particularmente desde el punto de vista de la generación, parece claro que una reducción del costo de viaje determina un cambio inmediato en la demanda, sin considerar un eventual plazo para realizar el ajuste.

Este modelo ha sido calibrado para un conjunto de observaciones realizadas, en un momento dado, a viajes entre diferentes localidades de la zona de influencia del proyecto. Por ello, los parámetros de la función calibrada representarán razonablemente bien la influencia que una reducción de costos tendrá sobre la generación de demanda.

En la práctica, sin embargo, no parece razonable esperar que una función así calibrada refleje el tiempo que eventualmente tarda la demanda en reaccionar a un aumento de la oferta. En efecto, para ello sería necesario establecer un modelo que reconociese explícitamente este tiempo de reacción y calibrarlo mediante observaciones en que este fenómeno ocurra (por ejemplo, mediante un seguimiento del comportamiento de los viajes antes y después de un aumento de la oferta, durante un tiempo extendido después de materializado dicho cambio.

El fenómeno anterior parece particularmente relevante en un caso como el aquí analizado, en que hay una componente significativa de la demanda potencial (Talcamávida) cuyas condiciones de bajo nivel de ingreso y reducida oferta vial actual contribuyen a una tasa de motorización particularmente baja. La división comunal no permite, desgraciadamente, una cuantificación objetiva de este fenómeno, claramente perceptible en un simple recorrido por el poblado.

Desde un punto de vista teórico, entonces, es posible que el modelo calibrado sobreestime la demanda generada durante un primer período de tiempo, inmediato a la

puesta en marcha del proyecto, al ignorar un eventual rezago o tiempo de ajuste de la demanda al estímulo de la mejor oferta.

En ausencia de una cuantificación objetiva del alcance de este fenómeno, se propone parametrizar esta demanda generada para establecer, a través de un análisis de sensibilidad, le impacto que este fenómeno sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto.

Con este propósito, se ensayaron 5 alternativas de reducción de los beneficios por tránsito generado, caracterizadas por diferentes perfiles de reducción a lo largo del horizonte de evaluación. En cada caso, se estimaron los indicadores de rentabilidad asumiendo que el resto de los costos y beneficios se mantienen sin variación:

a) Una reducción uniforme, tal que la rentabilidad del proyecto cae al mínimo aceptable (tir = 6%). Esta alternativa corresponde a un “test de esfuerzo”.
b) Una reducción decreciente durante los primeros años de vida, desde un 90% el primer año a un 0% el año 10, variando en 10% cada año.
c) Una reducción decreciente durante los primeros años de vida, desde un 50% el primer año a un 0% el año 10. En este intervalo, la reducción en cada año es la mitad de la anterior.
d) Una reducción decreciente durante los primeros años de vida, desde un 75% el primer año a un 0% el año 10. En este intervalo, la reducción en cada año es la mitad de la anterior.
e) Una reducción decreciente durante todo el horizonte de evaluación, desde un 75% el primer año a un (prácticamente) 0% el año 20. En este intervalo, la reducción en cada año es 3/4 de la anterior.
f) Finalmente, una reducción decreciente durante todo el horizonte de evaluación, desde un 95% el primer año a un 0% el año 20, con una variación lineal a lo largo de todo el período. Esta variación se describe como pesimista.

El cuadro siguiente muestra los resultados de la evaluación en cada una de las alternativas anteriores, así como la original (sin reducción) y una proposición conservadora:

Cuadro Nº 7.14: Sensibilidad a cambios en el Tránsito Generado

Año	Reducción en Beneficios al Tránsito Generado						
	original	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	pesimista
2015	0,0%	-83,8%	-90,0%	-50,0%	-75,0%	-75,0%	-95,0%
2016	0,0%	-83,8%	-80,0%	-25,0%	-37,5%	-56,3%	-90,0%
2017	0,0%	-83,8%	-70,0%	-12,5%	-18,8%	-42,2%	-85,0%
2018	0,0%	-83,8%	-60,0%	-6,3%	-9,4%	-31,6%	-80,0%
2019	0,0%	-83,8%	-50,0%	-3,1%	-4,7%	-23,7%	-75,0%
2020	0,0%	-83,8%	-40,0%	-1,6%	-2,3%	-17,8%	-70,0%
2021	0,0%	-83,8%	-30,0%	-0,8%	-1,2%	-13,3%	-65,0%
2022	0,0%	-83,8%	-20,0%	-0,4%	-0,6%	-10,0%	-60,0%
2023	0,0%	-83,8%	-10,0%	-0,2%	-0,3%	-7,5%	-55,0%
2024	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-5,6%	-50,0%
2025	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-4,2%	-45,0%
2026	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-3,2%	-40,0%
2027	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,4%	-35,0%
2028	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,8%	-30,0%
2029	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,3%	-25,0%
2030	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,0%	-20,0%
2031	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,8%	-15,0%
2032	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,6%	-10,0%
2033	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,4%	-5,0%
2034	0,0%	-83,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,3%	0,0%
VAN al 6% mill $	40.553	0	31.407	38.910	38.088	34.568	18.100
rentabilidad tir	18,8%	6,0%	15,0%	17,9%	17,5%	16,3%	11,5%
IVAN	2,4	0,0	1,9	2,3	2,3	2,1	1,1
B/C	3,0	0,8	2,5	2,9	2,9	2,7	1,8
t en que tri>6%	2015	2021	2018	2016	2016	2017	2019

Fuente: Elaboración propia

La observación de los resultados anteriores sugiere los siguientes comentarios:

- Un "test de esfuerzo" muestra que los beneficios al tránsito Generado deberían reducirse en más de un 83,8% para que el proyecto dejase de ser rentable. Para que ello ocurra, el tránsito generado sobre el puente Santa Juana debería reducirse de 653 a 106 veh/día en el 2015, y de 1671 a 270 veh/día el 2025. En términos de la red analizada, esto significaría a reducir el tránsito generado de 8,5% a 1,4% del total de viajes el 2015, y de 16,7% a 2,7% el 2025. En términos de la tasa de generación de vehículos livianos, esta debería reducirse de 0,076 a 0,012 viajes/hab en Talcamávida y de 0,176 a 0,029 en Santa Juana en 2015, para no citar sino a los principales. Los valores anteriores parecen extremadamente bajos y, por tanto, poco verosímiles, especialmente si se considera que la reducción del 83,8% es permanente en el tiempo. Desde otro punto de vista, el primer año en que la tasa de rentabilidad inmediata excede el 6% pasa de 2015 al 2021.

- Es necesario tener presente que la fecha óptima de puesta en servicio del proyecto no es, en el caso del proyecto analizado, estrictamente, aquella en que por primera vez la rentabilidad inmediata excede la tasa de actualización (6%, en este caso). En efecto, la sola existencia de un tránsito generado con un rezago en su manifestación implica que los beneficios en un año determinado no son independientes de la fecha (anterior) de realización del proyecto, condición necesaria para que lo anterior sea suficiente para establecer una fecha óptima de puesta en servicio.
- Entre las alternativas que consideran una reducción decreciente de los beneficios durante la primera mitad del proyecto (b, c y d), la que considera una "demora"

mayor en alcanzar el 100% del efecto, con un 90% de reducción de beneficios en el primer año de operación, reduce el VAN de $40.553 millones a $31.407 millones, y la rentabilidad de 18,8% a 15,0%. La fecha óptima de realización se posterga, pero no necesariamente del 2015 al 2021 por las razones anteriormente expuestas.

- Una reducción más razonable durante los primeros años de vida del proyecto, partiendo de un 50% o 75% el primer año, muestra resultados bastante similares, con caídas del VAN desde $40.553 millones originales a $38.910 y $ 38.088 millones, mientras la rentabilidad cae del 18,8% original a 17,9% y 17,5%, respectivamente. Prácticamente no se observan cambios en el año en que la rentabilidad inmediata excede el umbral del 6%, debido a que esa condición ya ocurría en la evaluación original, antes del primer año en que sería posible terminar las obras (2015).

- Una hipótesis de reducción inicial de beneficios al tránsito generado al 75% del original, que se recupere gradualmente a lo largo de todo el horizonte de evaluación (20 años), muestra un resultado sólo marginalmente menor a los anteriormente mencionados: El VAN cae a $ 34.568 millones, y la rentabilidad a 16,3%.

- Finalmente, en una alternativa pesimista o en extremo conservadora, en que los beneficios al tránsito generado tardasen todo el horizonte de evaluación en expresarse plenamente, con una variación lineal entre un 0% al momento de la puesta en marcha (comienzos de 2015) hasta un 100% de lo estimado originalmente para el año 20 (fines de 2034), se reduciría el VAN original de $40.553 a $18.100 millones, mientras la rentabilidad caer del 18,8% al 11,5%.

Como conclusión, si bien es razonable reconocer una posible sobreestimación de los beneficios al tránsito generado por un eventual rezago en la manifestación de este tránsito respecto de la puesta en marcha del proyecto, el Consultor estima que los órdenes de magnitud en que este beneficio podría disminuir están lejos de poner en riesgo la decisión de materializar el proyecto.

A falta de mejores antecedentes cuantitativos, el Consultor propone adoptar como escenario más probable o esperado el que corresponde a la alternativa (e) antes descrita, y como escenario pesimista o conservador el calificado como tal en el cuadro anterior. Este ajuste se realiza sólo sobre los beneficios estimados para el tránsito generado, con el objeto de asegurar que estos se mantienen en un nivel razonable.

7.2.2 Evaluación Definitiva

De acuerdo al análisis anterior, se corrigen los resultados originales considerando una estimación menor de los beneficios al tránsito generado, por efecto del rezago en la reacción de esta demanda al mejoramiento de la oferta.

El detalle del cálculo económico de los indicadores pertinentes se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 7.15: Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos Evaluación Definitiva Tramo 2 Puente Santa Juana Oriente

MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION	COSTOS CONSERVACIÓN	BENEFICIOS												FLUJO	FLUJO	TRI
			VEHÍCULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES						
			TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
			TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	TIEMPO	COSTOS OPERACIÓN	BENEFICIOS	ACTUAL	
	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	[M$]	ANUAL [M$]	BENEFICIOS [M$]	[%]
2013	-9.467.155														-9.467.155	-9.467.155	
2014	-9.467.155														-9.467.155	-8.931.278	
2015		**-1.645**	**27.242**	**33.018**	**172.880**	**182.624**	**978**	**4.311**	**776**	**4.355**	**13.044**	**40.595**	**2.713**	**23.703**	504.594	449.087	2,6
2016		**-1.645**	43.866	44.197	359.810	453.048	2.678	8.763	1.920	9.750	20.169	73.364	5.747	47.841	1.069.508	897.979	5,5
2017		**-1.645**	60.491	55.375	551.141	775.023	4.377	13.216	3.280	15.696	27.293	106.133	8.914	71.625	1.690.919	1.339.366	8,7
2018		**-1.645**	77.115	66.554	741.170	1.124.936	6.077	17.669	4.756	21.885	34.418	138.902	12.100	94.631	2.338.570	1.747.515	12,0
2019		**-1.645**	93.740	77.732	926.772	1.487.761	7.776	22.122	6.287	28.129	41.543	171.671	15.241	116.671	2.993.800	2.110.511	15,4
2020		**-1.645**	110.365	88.911	1.106.465	1.854.237	9.476	26.574	7.833	34.316	48.667	204.439	18.303	137.699	3.645.641	2.424.559	18,7
2021		**-1.645**	126.989	100.089	1.279.785	2.218.927	11.175	31.027	9.370	40.389	55.792	237.208	21.272	157.752	4.288.131	2.690.427	22,0
2022		**-1.645**	143.614	111.268	1.446.868	2.578.884	12.875	35.480	10.888	46.323	62.917	269.977	24.146	176.912	4.918.505	2.911.256	25,2
2023		**-1.645**	160.238	122.446	1.608.182	2.932.747	14.575	39.932	12.379	52.111	70.041	302.746	26.928	195.281	5.535.963	3.091.253	28,4
2024		**-7.522**	176.863	133.625	1.764.350	3.280.131	16.274	44.385	13.843	57.760	77.166	335.515	29.629	212.966	6.134.984	3.231.833	31,5
2025		**-1.645**	**193.487**	**144.803**	**1.916.044**	**3.621.224**	**17.974**	**48.838**	**15.281**	**63.281**	**84.291**	**368.283**	**32.257**	**230.069**	6.734.188	3.346.685	34,5
2026		**-7.522**	196.046	146.718	1.962.780	3.709.552	18.211	49.483	15.653	64.825	85.405	373.153	33.044	235.681	6.883.029	3.227.033	35,3
2027		**-1.645**	198.604	148.632	2.004.654	3.788.691	18.449	50.129	15.987	66.208	86.520	378.022	33.749	240.709	7.028.709	3.108.805	36,0
2028		**-1.645**	201.162	150.547	2.042.829	3.860.840	18.687	50.775	16.292	67.469	87.634	382.891	34.392	245.293	7.157.165	2.986.435	36,7
2029		**-7.522**	203.720	152.461	2.078.190	3.927.671	18.924	51.421	16.574	68.637	88.749	387.761	34.987	249.539	7.271.112	2.862.246	37,3
2030		**-7.522**	**206.279**	**154.376**	**2.111.413**	**3.990.460**	**19.162**	**52.066**	**16.839**	**69.734**	**89.863**	**392.630**	**35.546**	**253.528**	7.384.373	2.742.293	37,9
2031		**-1.645**	206.279	154.376	2.116.757	4.000.560	19.162	52.066	16.881	69.910	89.863	392.630	35.636	254.169	7.406.645	2.594.872	38,0
2032		**-1.645**	206.279	154.376	2.120.765	4.008.135	19.162	52.066	16.913	70.043	89.863	392.630	35.704	254.651	7.418.941	2.452.056	38,0
2033		**-81.710**	206.279	154.376	2.123.771	4.013.816	19.162	52.066	16.937	70.142	89.863	392.630	35.754	255.012	7.348.097	2.291.171	37,7
2034	14.531.150	**-1.645**	206.279	154.376	2.126.025	4.018.077	19.162	52.066	16.955	70.217	89.863	392.630	35.792	255.282	21.966.229	6.461.485	112,6
															VAN	34.568.434	
															TIR	16,26	
															IVAN	2,05	
															B/C	3,03	

Fuente: Elaboración propia

7.2.3 Sensibilidad a Inversión y Beneficios

El análisis de sensibilidad, de acuerdo a lo solicitado en los TDR, se efectúa sobre la inversión y los beneficios considerando variaciones de +20%, +10%, -10% y -20% de la variable analizada.

En el cuadro siguiente se presenta el resultado del análisis.

Cuadro Nº 7.16: Análisis de Sensibilidad Tramo 2

Variable	Rango	TIR	VAN
Inversión	-20%	18,8%	37.393.237
	-10%	17,4%	35.980.836
	0%	16,3%	34.568.434
	10%	15,2%	33.156.032
	20%	14,3%	31.743.631
Beneficios	-20%	13,9%	24.829.944
	-10%	15,1%	29.699.189
	0%	16,3%	34.568.434
	10%	17,3%	39.437.679
	20%	18,4%	44.306.924

Fuente: Elaboración propia

7.2.4 Accidentes

El siguiente desarrollo busca establecer el impacto de la realización del proyecto sobre los accidentes carreteros.

Aunque no existe unanimidad para asignar un valor económico a ciertos costos de los accidentes (como el de la pérdida de una vida), lo que hace discutible cualquier estimación de beneficios o desbeneficios por este concepto, sí es posible establecer una cuantificación de estos impactos. Es justamente por ello que esta componente de los efectos del proyecto se presenta en el marco del análisis de sensibilidad.

Desde un punto de vista metodológico, debe considerarse que los efectos del proyecto están distribuidos sobre una red vial muy amplia, en que se producen reasignaciones como resultado de abrir nuevas conexiones que permiten reducir los costos de viaje para un conjunto de pares O/D. Adicionalmente, estos ahorros de costo producen una generación de demanda, que hace que los viajes aumenten en la situación con proyecto.

Atendiendo a lo anterior, se ha adoptado un enfoque agregado para estimar el impacto sobre los accidentes a nivel de la red de modelación.

7.2.4.1 Enfoque Metodológico

Como metodología para alcanzar el objetivo anterior, se recoge la proposición del estudio **Análisis y Definición de una Metodología para Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas**

(Junio 2007), desarrollado por CIMA Ingenieros para SECTRA. A continuación se expone una breve síntesis de los principales aspectos que se relacionan directamente con esta aplicación de dicha metodología.

Basándose en un análisis de las experiencias reportadas en diferentes estudios internacionales, así como en los antecedentes nacionales de ocurrencia de accidentes en diferentes rutas interurbanas, se buscaron correlaciones entre la frecuencia de accidentes, las características de la vía y los niveles de tránsito.

La información recogida de Carabineros (accidentes históricos en rutas específicas) y MOP (características de esas rutas y su TMDA), se generó una base de datos que alimentó el proceso de análisis econométrico.

Para este análisis, se identificaron diferentes tipologías de accidentes y de camino, como detallan los cuadros siguientes:

Cuadro Nº 7.17: Tipología de Accidentes

Atropello
Choque
Colisión
Volcadura
Todos

Cuadro Nº 7.18: Tipología de caminos

2 pistas sin pavimento
2 pistas pavimentadas
4 pistas pavimentadas
Autopista

7.2.4.2 Modelos Econométricos adoptados

Con la información anterior se calibraron modelos econométricos de diferentes especificaciones, reteniéndose finalmente dos modelos alternativos que permiten explicar la ocurrencia de accidentes totales en un período dado:

Modelo Lineal

$$Y = \mathbf{a}\ MVK$$

En que:

Y = N° Accidentes
MVK = Veh Km, en millones
a = coeficiente de regresión lineal (tasa media de accidentes)

Modelo exponencial

$$Y = e^{\mathbf{b}_0}\ VK^{\mathbf{b}_{VK}}$$

En que:

Y = N° Accidentes
VK = Veh Km
$\mathbf{b}_0, \mathbf{b}_{VK}$ = Coeficientes de regresión exponencial

El Cuadro siguiente muestra los resultados obtenidos para ambos modelos, en los tipos de camino relevantes para este caso:

Cuadro Nº 7.19: Modelos calibrados según tipo de camino

Tipo de Camino	Modelo Tasa Exponencial			Modelo Tasa Constante (total accidentes / 10MVk)
	b_0	b_{VK}	rango TMDA	
2 pistas sin pavimento	(*)	(*)	(*)	6.76
2 pistas pavimentadas	-13.59	0.91	300 a 2000	3.54
4 pistas pavimentadas	-15.17	0.91	2000 a 5000	4.15
Autopista	-12.55	0.84	5000 y más	2.18

(*) No se obtuvo ajuste satisfactorio

Fuente: Op. cit.

Aunque fue posible estimar tasas medias por tipo de accidente, la calibración del modelo de tasa constante se reporta sólo para el total de accidentes.

7.2.4.3 Costo Unitario de Accidentes

Para la estimación de costos sociales unitarios de accidentes, el estudio citado toma como referencia uno anterior (Investigación Diseño de Programa de Seguridad Vial Nacional, 1996).

El siguiente Cuadro muestra los resultados relevantes para el estudio objeto de análisis:

Cuadro Nº 7.20: Costos Sociales por Accidente, Millones de $ 2008

Tipo de camino	Atropello	Choque	Colisión	Volcadura	Todos
1 o 2 pistas s/pav	25.8	17.3	14.3	15.9	17.3
2 pistas, pavimento	37.4	14.3	24.0	18.6	24.3
Autopista	46.2	16.0	27.8	15.2	26.1

Fuente: Op. cit., valores actualizados por variación de ipc.

7.2.4.4 Aplicación al caso en estudio

Si bien las tasas de ocurrencia por tipo de accidente resultan de particular interés en el análisis de proyectos específicos de mejoramiento de seguridad (por ejemplo, la instalación de barreras de contención), en casos de cambios en la oferta de infraestructura mediante la incorporación de nuevas conexiones, como el aquí analizado, es recomendable el uso de tasas estimadas para el total de accidentes. En efecto, en este caso se trata de medir el impacto de las reasignaciones de viajes en el plano de los accidentes. Por ello, se estimará este impacto a través del cambio en la ocurrencia de accidentes totales a nivel de la red.

A partir de la proyección de viajes se estima la cantidad total de Vehículos x Km recorridos en la red, para cada uno de los años correspondientes a los cortes temporales (2015 y 2025). Con esa magnitud, estimada tanto para la situación Base como para la situación con proyecto, se estiman la cantidad de accidentes esperados a nivel de toda la red, y luego los ahorros o desahorros pertinentes en las situaciones con y sin proyecto.

El cálculo se realiza aplicando el modelo de tasa constante, que presenta ventajas operativas importantes respecto del modelo exponencial para aplicarlo a nivel de red.

De acuerdo a las estimaciones de Demanda, así como a la topología de la red objeto de análisis, se estimaron los Veh x Km totales recorridos en la red para cada corte temporal, según detallan los cuadros siguientes:

Cuadro Nº 7.21: Estimación de Vehículos x Km /año en la red

Escenario y Tipo vehículo		2015	2025
Base	Livs	250 094 124	314 006 733
	Cam 2E	61 129 388	69 251 875
	Cam +2E	201 672 661	257 735 467
	TMDA	512 896 173	640 994 075
Con proyecto	Livs	297 653 017	373 783 030
	Cam 2E	97 519 745	105 572 165
	Cam +2E	252 021 349	308 070 294
	TMDA	647 194 110	787 425 488

Fuente: Elaboración propia de resultados de la modelación Saturn.

Los siguientes cuadros muestran los resultados obtenidos para estimar la ocurrencia de accidentes y su efecto económico en cada alternativa de proyecto, al aplicar el modelo lineal (de tasa constante).

Cuadro Nº 7.22: Estimación de Accidentes en la Red.

Escenario y Accidentes		2015	2025
Base	N° Accidentes	182	227
	Costo Mill $	4 408	5 509
C/proyecto	N° Accidentes	229	279
	Costo M$	5 563	6 768
Aumento	N° Accidentes	48	52
	Costo Mill $	1 154	1 259

Fuente: Elaboración Propia

El efecto del proyecto es un incremento neto en el número de accidentes. Esto debe interpretarse como que la reducción de accidentes por reducciones de recorrido se ven superadas por el incremento debido al tránsito generado.

Una consideración adicional amerita el tránsito generado. En efecto, si el usuario no tiene internalizado el impacto de los accidentes sobre el costo de su viaje, el cálculo anterior está estimando correctamente su pérdida de excedente como consumidor. En cambio, si en su costo de viaje el percibe una componente que corresponde a accidentes, el costo correspondiente ya habría sido "pagado" al tomar la decisión de

viajar. En este último caso, el costo de accidentes debió haber sido considerado en la modelación de demanda, de donde habría resultado un menor tránsito generado.

De acuerdo a lo anterior, la estimación del valor económico de la pérdida por accidentes resulta en este caso no sólo discutible por el valor económico asignado a un accidente, sino además por la incertidumbre en el nivel de percepción que el usuario tiene del costo asociado a el cuando decide viajar.

8 PLAN DE ACCIÓN

8. PLAN DE ACCIÓN

A partir de los resultados del trabajo realizado, incluyendo los aspectos de ingeniería y análisis económicos, ambientales y territoriales desarrollados tras la formulación inicial de alternativas, así como la incorporación de opiniones recogidas en el marco de las actividades de participación realizadas, se propone un Plan de Proyecto para abordar en forma integral el futuro emplazamiento del Puente Santa Juana Oriente sobre el Bíobío.

El Plan de Proyecto comprende tres tipos de documentos, a saber:

- **Plano General de Soluciones:** Describe el proyecto en el ámbito geográfico.
- **Cronograma de Acciones:** Precisa las Acciones a nivel de tramo, tiempo y valor,
- **Ficha de Proyecto:** Define y caracteriza el proyecto identificado para cada tramo.

Estos antecedentes deben entenderse como un conjunto integral, en que cada tipo de documento pone el acento en una mirada particular del Plan.

8.1 Plano General de Soluciones

En las páginas siguientes se incluye el plano general de las soluciones, que identifican las obras propuestas en un contexto geográfico.

Figura Nº 8.1 : Plano General de Soluciones

8.2 Cronograma de Acciones

En el cuadro adjunto se incluye la calendarización de los entregables considerados para cada tramo homogéneo.

En el ámbito de Estudios se distinguen Prefactibilidad, Ingeniería de Detalle, Impacto Ambiental y Específicos (como diagnóstico de Puentes). En el ámbito de las Obras, se identifican aquellos correspondientes a Construcción y a Conservación, especificando las principales componentes para cada caso.

Para cada Tramo, se establece el calendario de acciones en el tiempo, estableciendo los costos estimados para cada una de ellas. Atendiendo a que los costos de construcción provienen de diferentes niveles de desarrollo de los estudios de ingeniería se especifica, en cada caso, este nivel de estudio.

Un resumen final muestra, en la misma forma calendarizada anterior, los grandes agregados para la materialización del Puente Santa Juana Oriente y los proyectos complementarios identificados.

Cuadro Nº 8.1: Cronograma de Acciones Proyecto Complementario - Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)

PLAN DE ACCIÓN
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BIOBÍO SECTOR CHIGUAYANTE - LAJA, VIII REGIÓN DEL BIOBÍO

Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)
LONGITUD TRAMO : 5,1 KM

ACTIVIDAD	ÁREA	PROYECTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
ESTUDIOS	Estructuras	Diagnóstico de Estructuras																									
	Prefactibilidad	Estudio de Prefactibilidad																									
	Ingeniería de Detalle	Estudio de Ingeniería de Detalle			112.764	112.764																					
	Ambiental	Estudio de Impacto Ambiental																									
OBRA	Construcción	Expropiaciones (153.504 m2)					42.982	42.982																			
	Costos Estimados a Nivel de Anteproyecto Avanzado Escala 1:2.000 sobre una restitución aerofotogramétrica con apoyo terrestre.	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO							23.806																		
		MOVIMIENTOS DE TIERRA							1.277.052																		
		CAPAS GRANULARES							453.696																		
		REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS							1.001.727																		
		PUENTES Y ESTRUCTURAS							259.963																		
		DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA							313.436																		
		ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD							187.231																		
		Iluminación intersecciones y Puente							22.500																		
		Atravieso Nº 1							133.439																		
		Atravieso Nº 2							0																		
		Atravieso Nº 3							0																		
		Puente Santa Juana Oriente							0																		
	Conservación	Rutinaria (Anual)								4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122
		Bacheo								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sello (TS)								0	0	0	0	0	0	0	14.731	0	14.731	0	0	14.731	14.731	0	0	0	0
		Recapado (e= 5 cm)								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200.677	0
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)			0	0	112.764	112.764	42.982	42.982	3.672.850	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	18.853	4.122	18.853	4.122	4.122	18.853	18.853	4.122	4.122	204.799	4.122

	DETALLE	ACUMULADOS MILLONES DE PESOS																									
	Prefactibilidad	ESTUDIOS	0	0	113	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226	226
	Diseño	OBRAS	0	0	0	0	43	86	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759	3.759
	Expropiaciones	CONSERVACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	4	8	12	16	21	25	29	48	52	71	75	79	98	117	121	125	330	334
	Obra	**TOTAL**	0	0	113	226	269	311	3.984	3.988	3.993	3.997	4.001	4.005	4.009	4.013	4.032	4.036	4.055	4.059	4.063	4.082	4.101	4.105	4.109	4.314	4.318
	Ensayo Estructural																										
	Conservación Estructural																										
	Conservación																										

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.2: Cronograma de Acciones Proyecto Principal- Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)

PLAN DE ACCIÓN
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BIOBÍO SECTOR CHIGUAYANTE - LAJA, VIII REGIÓN DEL BIOBÍO

Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)
LONGITUD TRAMO : 2,0 KM

ACTIVIDAD	ÁREA	PROYECTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
ESTUDIOS	Estructuras	Diagnóstico de Estructuras																	150.000							
	Prefactibilidad	Estudio de Prefactibilidad																									
	Ingeniería de Detalle	Estudio de Ingeniería de Detalle			751.512	751.512																					
	Ambiental	Estudio de Impacto Ambiental																									
OBRA	Construcción	Expropiaciones (32.879 m2)					5.759	5.759																			
	Costos Estimados a Nivel de Anteproyecto Avanzado Escala 1:2.000 sobre una restitución aerofotogramétrica con apoyo terrestre.	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO							5.803																		
		MOVIMIENTOS DE TIERRA							320.917																		
		CAPAS GRANULARES							106.298																		
		REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS							244.305																		
		PUENTES Y ESTRUCTURAS							113.884																		
		DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA							64.513																		
		ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD							47.149																		
		Iluminación intersecciones y Puente							55.500																		
		Atravieso Nº 1							0																		
		Atravieso Nº 2							229.016																		
		Atravieso Nº 3							0																		
		Puente Santa Juana Oriente							23.851.499																		
	Conservación	Rutinaria (Anual)								1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645
		Bacheo								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sello (TS)								0	0	0	0	0	0	0	5.877	0	5.877	0	0	5.877	5.877	0	0	0	0
		Recapado (e= 5 cm)								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80.065	0
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)			0	0	751.512	751.512	5.759	5.759	25.038.883	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	7.522	1.645	157.522	1.645	1.645	7.522	7.522	1.645	1.645	81.710	1.645

	DETALLE	ACUMULADOS MILLONES DE PESOS																									
	Prefactibilidad	ESTUDIOS	0	0	752	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.503	1.653	1.653	1.653	1.653	1.653	1.653	1.653	1.653
	Diseño	OBRAS	0	0	0	0	6	12	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199	1.199
	Expropiaciones	CONSERVACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	7	8	10	12	19	21	28	30	31	39	47	48	50	132	133
	Obra	**TOTAL**	0	0	752	1.503	1.509	1.515	2.702	2.704	2.705	2.707	2.709	2.710	2.712	2.713	2.721	2.723	2.880	2.882	2.883	2.891	2.898	2.900	2.902	2.983	2.985
	Ensayo Estructural																										
	Conservación Estructural																										
	Conservación																										

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3: Cronograma de Acciones Proyecto Complementario – Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)

PLAN DE ACCIÓN
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BIOBÍO SECTOR CHIGUAYANTE - LAJA, VIII REGIÓN DEL BIOBÍO

Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)
LONGITUD TRAMO : 2,0 KM

ACTIVIDAD	ÁREA	PROYECTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
ESTUDIOS	Estructuras	Diagnóstico de Estructuras																									
	Prefactibilidad	Estudio de Prefactibilidad									50.000	50.000															
	Ingeniería de Detalle	Estudio de Ingeniería de Detalle											101.576	101.576													
	Ambiental	Estudio de Impacto Ambiental																									
OBRA	Construcción	Expropiaciones (143.949 m2)													71.975	71.975											
	Costos Estimados a Nivel de Anteproyecto Avanzado Escala 1:2.000 sobre una restitución aerofotogramétrica con apoyo terrestre.	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO															37.603										
		MOVIMIENTOS DE TIERRA															1.589.934										
		CAPAS GRANULARES															298.292										
		REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS															739.794										
		PUENTES Y ESTRUCTURAS															15.204										
		DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA															285.944										
		ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD															121.098										
		Iluminación intersecciones y Puente															7.500										
		Atravieso Nº 1															0										
		Atravieso Nº 2															0										
		Atravieso Nº 3															146.561										
		Puente Santa Juana Oriente															0										
	Conservación	Rutinaria (Anual)																3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347
		Bacheo																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sello (TS)																0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.960
		Recapado (e= 5 cm)																0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)			0	0	0	0	0	0	0	0	50.000	50.000	101.576	101.576	71.975	71.975	3.241.931	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	15.307

	DETALLE	**ACUMULADOS MILLONES DE PESOS**																									
	Prefactibilidad	ESTUDIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	202	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303
	Diseño	OBRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	144	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386	3.386
	Expropiaciones	CONSERVACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10	13	17	20	23	27	30	45
	Obra	**TOTAL**	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	202	303	375	447	3.689	3.692	3.696	3.699	3.702	3.706	3.709	3.712	3.716	3.719	3.734
	Ensayo Estructural																										
	Conservación Estructural																										
	Conservación																										

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.4: Cronograma de Acciones - Resumen

PLAN DE ACCIÓN **RESUMEN DE INVERSIONES**

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BIOBÍO SECTOR CHIGUAYANTE - LAJA, VIII REGIÓN DEL BIOBÍO

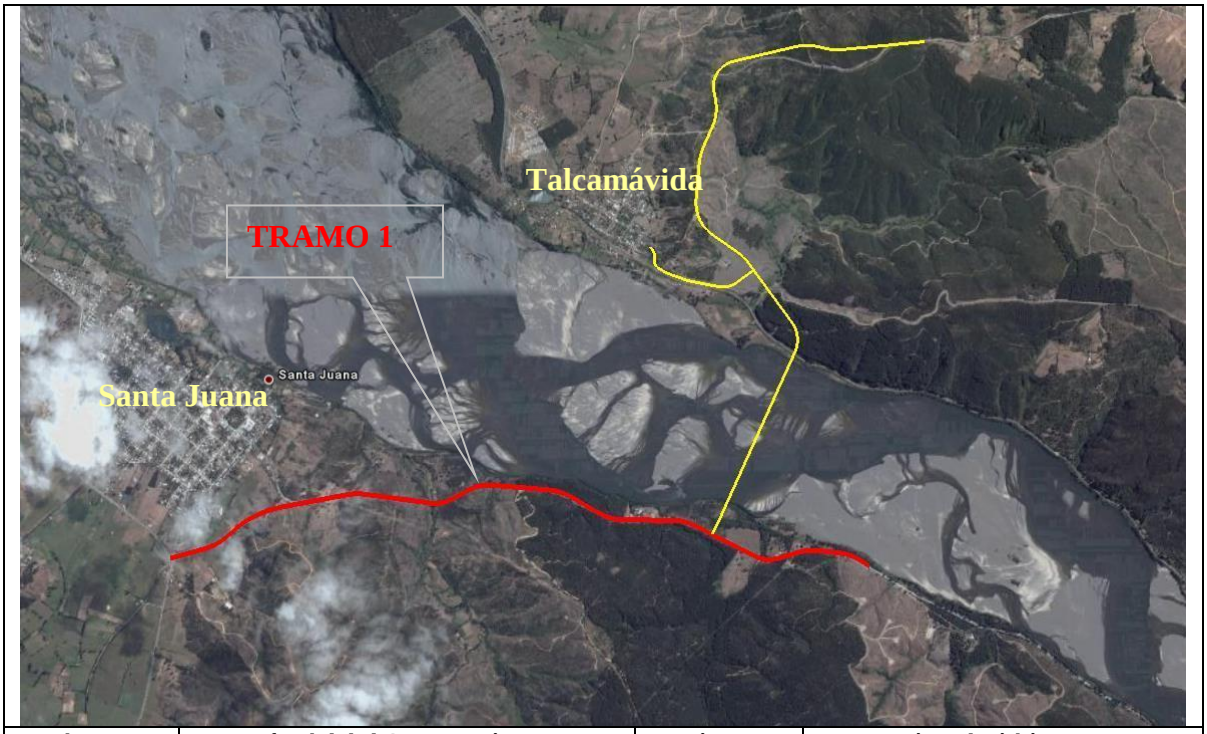
TRAMO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)	0	0	112.764	112.764	42.982	42.982	3.672.850	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	18.853	4.122	18.853	4.122	4.122	18.853	18.853	4.122	4.122	204.799	4.122
Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)	0	0	751.512	751.512	5.759	5.759	25.038.883	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	7.522	1.645	157.522	1.645	1.645	7.522	7.522	1.645	1.645	81.710	1.645
Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)	0	0	0	0	0	0	0	0	50.000	50.000	101.576	101.576	71.975	71.975	3.241.931	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	15.307
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)	0	0	864.277	864.277	48.742	48.742	28.711.734	5.767	55.767	55.767	107.344	107.344	77.742	77.742	3.268.305	9.114	179.722	9.114	9.114	29.722	29.722	9.114	9.114	289.857	21.074
ESTUDIOS																									
Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)	0	0	112.764	112.764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)	0	0	751.512	751.512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150.000	0	0	0	0	0	0	0	0
Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)	0	0	0	0	0	0	0	0	50.000	50.000	101.576	101.576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)	0	0	864.277	864.277	0	0	0	0	50.000	50.000	101.576	101.576	0	0	0	0	150.000	0	0	0	0	0	0	0	0
EXPROPIACIONES																									
Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)	0	0	0	0	42.982	42.982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)	0	0	0	0	5.759	5.759	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71.975	71.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)	0	0	0	0	48.742	48.742	0	0	0	0	0	0	71.975	71.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OBRAS																									
Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)	0	0	0	0	0	0	3.672.850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)	0	0	0	0	0	0	1.187.385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.241.931	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)	0	0	0	0	0	0	4.860.235	0	0	0	0	0	0	0	3.241.931	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONSERVACIÓN																									
Mejoramiento Acceso a Santa Juana (Tramo 1)	0	0	0	0	0	0	0	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	4.122	18.853	4.122	18.853	4.122	4.122	18.853	18.853	4.122	4.122	204.799	4.122
Puente Sta. Juana Oriente y Accesos (Tramo 2)	0	0	0	0	0	0	0	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	1.645	7.522	1.645	7.522	1.645	1.645	7.522	7.522	1.645	1.645	81.710	1.645
Mejoramiento Acceso a Talcamávida (Tramos 3 y 4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	3.347	15.307
TOTAL (MILES DE PESOS 2008)	0	0	0	0	0	0	0	5.767	5.767	5.767	5.767	5.767	5.767	5.767	26.375	9.114	29.722	9.114	9.114	29.722	29.722	9.114	9.114	289.857	21.074

Fuente: Elaboración propia

8.3 Fichas de Proyecto

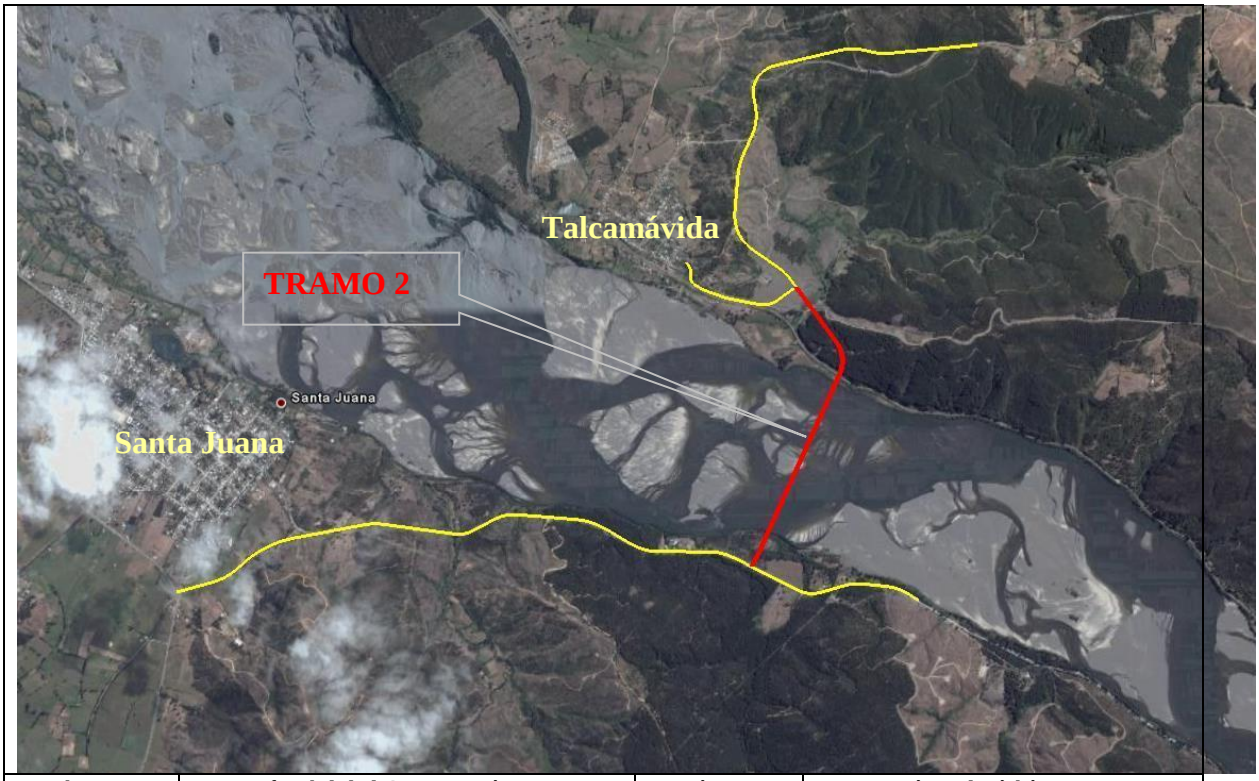
Las obras propuestas para la construcción del Puente Santa Juana Oriente se han agrupado en proyectos asociados a los diferentes tramos homogéneos que la componen. Las Fichas de Proyecto caracterizan cada uno de estos tramos y las obras allí contempladas.

FICHA DE PROYECTO TRAMO 1



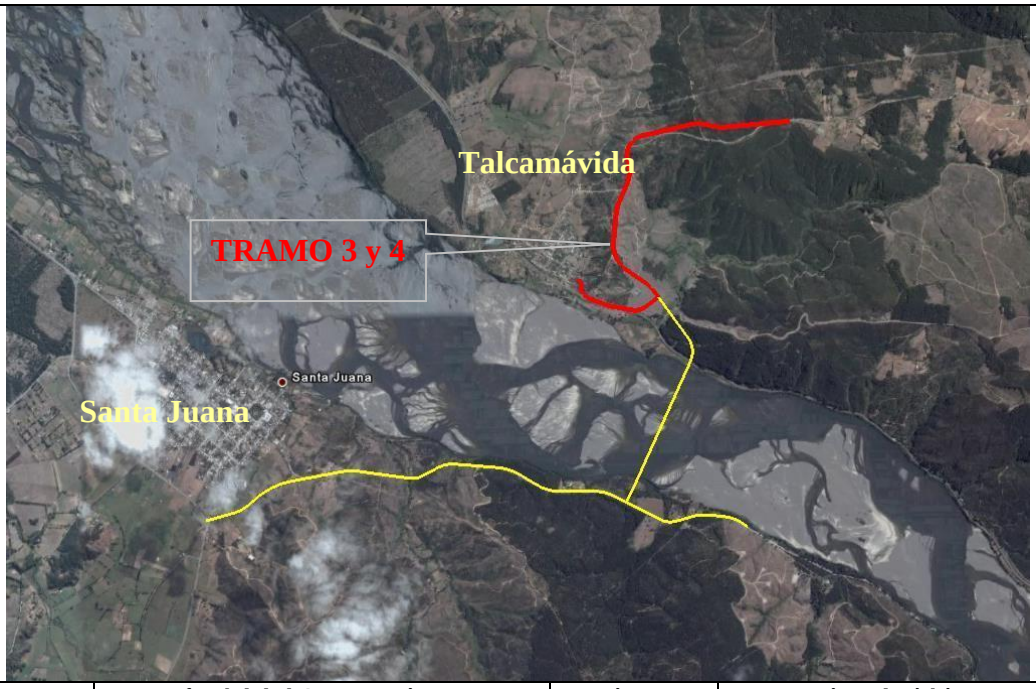
Nombre Proyecto	Est. Prefactibilidad Construcción Puente en Río Bíobío Sector Chiguayante-Laja	Región	VIII Región Del Bíobío
Tramo	1.- Ruta de La Madera - Acceso Sur Puente Santa Juana Oriente	Comuna	Santa Juana
Obras Principales	Construcción de calzada simple (7 m) en 5,1 kilómetros. - Materialización de tres intersecciones a nivel: Km 0,0 : Intersección con Ruta de la Madera Km 0,9: Intersección a nivel y conexión con la Ruta O-884 en dirección a Santa Juana. Km 3,9 : Intersección a nivel con Puente Santa Juana Oriente) - Paso Superior N°1 en Km 0,5. Atravieso sobre sendero al Estadio de Santa Juana - Expropiaciones de 153.504 m2 (85.964.600 pesos)	Monto Inversión Indicadores	Privada: 3.758.815 miles $ 2008 Social: 2.672.718 miles $ 2008 Situación Base Social: 2.318.863 miles de $ 2008 Fecha óptima inicio operación: Junto al Puente (TRI 36,1%) TIR = 48,0% VAN = 3.628.748 miles de $
		Estudios Realizados Por Realizar	Preinversión Anteproyecto 1:2.000 sobre levant. aerofotogramétrico 1:2000 con apoyo Ingeniería de Detalles
Justificación del Proyecto	El estándar actual no es consistente con los niveles de flujo que se esperan circularan en acceso a Puente Santa Juana Oriente. Intersecciones y accesos a rutas locales no facilitan la interacción de flujos (vehículos y peatones).	Objetivos Proyecto	El proyecto complementa la obra principal, del puente y sus accesos inmediatos, mejorando su conexión a Santa Juana y el Camino de la madera, actualmente en tierra, adecuándolo a la demanda esperada.
Demanda	755 TMDA (2015): 88% Veh. livianos, 6% Buses, 2% Cam 2 Ejes, 5% Cam +2 Ejes 2440 TMDA (2025): 80% Veh. livianos, 6% Buses, 2% Cam 2 Ejes, 12% Cam +2 Ejes		
Solicitudes Comunidad	Evitar inundaciones en el tramo		
Población Beneficiados	Población Beneficiada: 1.910 habitantes (de forma directa)	Riesgos	De Inundación en 684.440 E – 5.883.189 S y en 683.461 E – 5.883.163 S
Impactos Territoriales y Ambientales de las Obras	Mejora acceso a Santa Juana de población de localidades rurales ubicadas al sur de Santa Juana.		

FICHA DE PROYECTO TRAMO 2



Nombre Proyecto	Est. Prefactibilidad Construcción Puente en Río Bíobío Sector Chiguayante-Laja	Región	VIII Región Del Bíobío
Tramo	2.- Puente Santa Juana Oriente	Comuna	Santa Juana – Hualqui
Obras Principales	Construcción Puente Santa Juana Oriente (L=1.280 m) y sus accesos en calzada simple (7 m), considerando: - Paso Superior de FFCC en ribera norte - Paso Superior sobre camino Talcamávida - Gomero - Expropiaciones 32.879 m2 (11.518.500 pesos)	Monto Inversión Indicadores	Privada: 25.050.402 miles $ 2008 Social: 18.934.310 miles $ 2008 Fecha óptima inicio operación 2017 (TRI 2,6%) TIR = 16,3% VAN = 34.568.434 miles de $
		Estudios Realizados Por Realizar	Preinversión Anteproyecto 1:2.000 sobre levant. aerofotogramétrico 1:2000 con apoyo Ingeniería de Detalles
Justificación del Proyecto	Por su caudal, el río Bíobío representa una barrera natural para la integración territorial entre sus riberas. En particular, desde Concepción hacia el interior, no existe otra conexión vial hasta Coihue, 120 Km aguas arriba de la capital regional. El puente Santa Juana permite romper dicho aislamiento, demostrando un importante potencial como generador de actividad y, al mismo tiempo, permitiendo ahorros importantes de costo de viaje por reasignación de flujos de larga distancia.	Objetivos Proyecto	Proyecto principal del estudio. Es la solución recomendada tras un análisis multidisciplinario para establecer la factibilidad técnica, económica y ambiental de materializar un puente que permita conectar la ribera sur con la ribera norte del Río Biobío, entre Chiguayante por el norte y Laja por el Sur.
Demanda	755 TMDA (2015): 88% Veh. livianos, 6% Buses, 2% Cam 2 Ejes, 5% Cam +2 Ejes 2440 TMDA (2025): 80% Veh. livianos, 6% Buses, 2% Cam 2 Ejes, 12% Cam +2 Ejes		
Solicitudes Comunidad	Construir puente conectando Santa Juana y Talcamávida, habilitando acceso alternativo a Hualqui – Concepción y Rere – Yumbel. Disponer de accesos alternativos evitando inundaciones.		
Población Beneficiados	Población Beneficiada: 3.242 habitantes (de forma directa)	Riesgos	De Inundación en 686.424 E – 5.887.004 S y 697.006 E – 5.884.195 S
Impactos Territoriales y Ambientales de las Obras	Permite conexión entre las riberas este y oeste del río Bíobío en Santa Juana y Talcamávida.		

FICHA DE PROYECTO TRAMOS 3 Y 4



Nombre Proyecto	Est. Prefactibilidad Construcción Puente en Río Bíobío Sector Chiguayante-Laja	Región	VIII Región Del Bíobío
Tramo	3. y 4- Mejoramiento Acceso de Puente Santa Juana Oriente a Talcamávida y Rere	Comuna	Hualqui
Obras Principales	Construcción de calzada simple (7 m) en 3,0 kilómetros. - Materialización de cuatro intersecciones a nivel: Km. 0,0 : con Ruta O-884, Dm 2.027,912: conexión con Ruta O-800 y Acceso Sur a Talcamávida Km. 3,2 con Ruta O-60, dirección a Talcamávida Km. 5,0 : Empalme con Ruta O-60 - Dos atraviesos a Desnivel Km. 1,9 : Paso Superior N° 2, Atravieso sobre Ruta O-800 Km. 2,3: Paso Superior N° 3, Atravieso para senderos forestales. - Expropiaciones 143.949 m2 (143.949.000 pesos)	Monto Inversión Indicadores	Privada: 3.385.880 miles $ 2008 Social: 2.449.997 miles $ 2008 Situación Base Social: 2.258.283 miles de $ 2008 Fecha óptima inicio operación 2024 (TRI 1,6%) TIR = 2,4% VAN = (63.388) miles de $
		Estudios Realizados Por Realizar	Preinversión Anteproyecto 1:2.000 sobre levant. aerofotogramétrico c/ apoyo terrestre Evaluación Definitiva Ingeniería de Detalles
Justificación del Proyecto	El estándar actual no es consistente con los niveles de flujo que se esperan circularan en acceso a Puente Santa Juana Oriente. Se habilitan intersecciones y accesos a rutas locales que facilitan la interacción de flujos (vehículos y peatones), de acuerdo a los niveles de demanda esperados.	Objetivos Proyecto	El proyecto complementa la obra principal, del puente y sus accesos inmediatos, mejorando su conexión a Talcamávida y Rere, actualmente en tierra y a través de la trama urbana de Talcamávida, con pendientes de hasta 10%.
Demanda	52 TMDA (2015): 90% Veh. livianos, 6% Buses, 5% Cam 2 Ejes, 0% Cam +2 Ejes		
Solicitudes Comunidad	Construir puente conectando Santa Juana y Talcamávida. Disponer de accesos alternativos evitando inundaciones.		
Población Beneficiados	Población Beneficiada: 1.032 habitantes (de forma directa)	Riesgos	Inundación en 686.689 E – 5.884.618 S y existencia de Cementerio de Talcamávida en 686.479 E – 5.884.718 S
Impactos Territoriales y Ambientales de las Obras	Permite mejorar conexión de Talcamávida con camino a Yumbel. Tramo 3 forma parte de la futura conexión Laja - Talcamávida		