



Ministerio de
Obras Públicas

Gobierno de Chile



Agua



Aeropuertos



Arquitectura



Obras Hidráulicas



Obras Portuarias



Vialidad

DIRECCIÓN DE VIALIDAD

ESTUDIO

Construcción puente en río Bío Bío, Sector: Chiguayante - Laja, VIII Región del Bío Bío.

ZONA SUR



DICIEMBRE DE 2009

**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 1 INFORME EJECUTIVO

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
1.1	El Estudio y sus Objetivos.....	1
1.2	Plano de Ubicación.....	1
1.3	Enfoque Metodológico para la búsqueda de soluciones.....	3
1.4	Programa de Trabajo y Contenido del Informe.....	4
2	Antecedentes del Estudio.....	5
3	Desarrollo del Estudio.....	6
3.1	Identificación de Soluciones y Estudios de Base.....	6
3.2	Selección de Alternativa.....	7
3.3	Desarrollo de Anteproyecto.....	9
4	Evaluación Definitiva.....	10
4.1	Sensibilidad a Inversión y Beneficios.....	12
5	Plan de Acción.....	12
5.1	Plano General de Soluciones.....	12
5.2	Fichas de Proyecto.....	14

ÍNDICE CUADROS

Cuadro N° 2.1 : Cronograma Estudio.....	6
Cuadro N° 3.1 : Resumen de Alternativas.....	6
Cuadro N° 3.2: Demanda Esperada.....	7
Cuadro N° 3.3 : Síntesis de Resultados – Indicadores de Evaluación Preliminar.....	7
Cuadro N° 3.4 : Resultados Evaluación Multicriterio – Ranking y Resultado Económico.....	8
Cuadro N° 3.5 : Resumen de Inversiones estimadas a nivel de Anteproyecto.....	9
Cuadro N° 4.1: Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos Evaluación Definitiva Tramo 2 Puente Santa Juana Oriente.....	11
Cuadro N° 4.2: Análisis de Sensibilidad Tramo 2.....	12

ÍNDICE FIGURAS

Figura N° 1.1 : Plano de Ubicación.....	2
Figura N° 2.1 : Plano de Ubicación.....	5
Figura N° 3.1 : Resultados Evaluación Multicriterio – Puntaje Ponderado por Alternativas.....	8
Figura N° 3.2 : Emplazamiento de la Alternativa Seleccionada.....	10
Figura N° 5.1 : Plano General de Soluciones.....	13

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 N° 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.

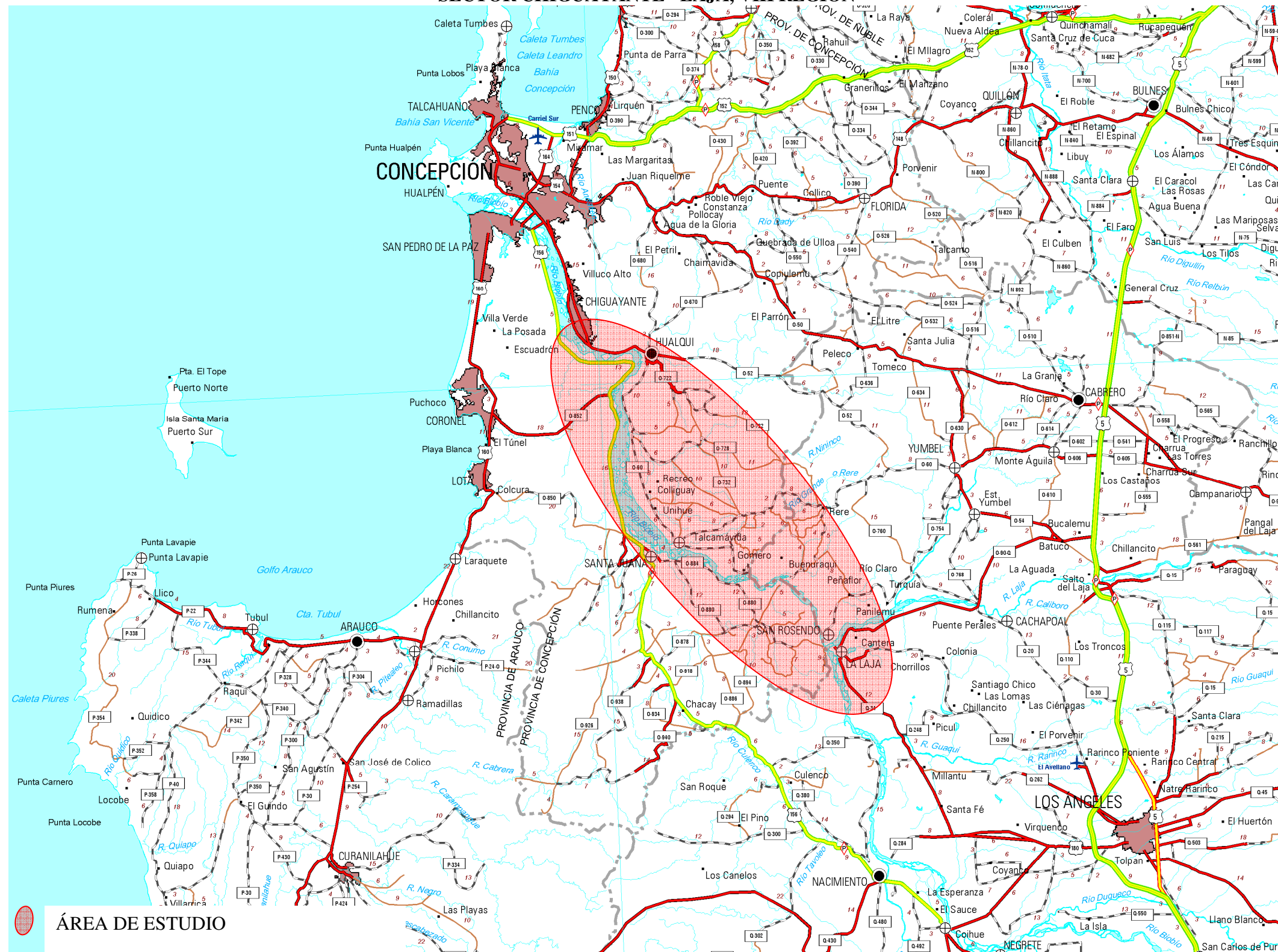
A nivel específico, se plantean los siguientes objetivos;

- 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 N° 1.1 : Plano de Ubicación
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
CONSTRUCCIÓN PUENTE EN RÍO BÍOBÍO
SECTOR CHIGUAYANTE - LAJA, VIII REGIÓN



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 Bío-bío mediante puentes viales, permitiendo su atraveso 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 Bío-bío.
- 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 Bío-bío 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 1 Informe Ejecutivo. Tras el presente Capítulo 1, Introducción, se desarrollan

Cuadro N° 2.1 : Cronograma Estudio

ETAPA	PLAZO	
	días	fecha entrega
1 Informe Preliminar	45	17-May-08
2 Estudios de Base	150	30-Ago-08
3 Estudio de Demanda y Selección de Alternativas	245	03-Dic-08
4 Prediseños a nivel Anteproyecto	562	16-Oct-09
5 Evaluación Económica	637	30-Dic-09
8 Informe Final	712	15-Mar-10

3 Desarrollo del Estudio

3.1 Identificación de Soluciones y Estudios de Base

Primeramente, se identificaron 4 soluciones a nivel conceptual:

- Puente Hualqui
- Puente Santa Juana
- Puente Buenuraqui
- Puente Laja

Estas alternativas se llevaron a un nivel de diseño preliminar de ingeniería para el puente y sus accesos, a fin de establecer sus características operacionales y una primera estimación de los costos de inversión involucrados.

Cuadro N° 3.1 : 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
Desarrollo Alternativas (m)						
Accesos a vialidad inmediata Norte	873	380	530	710	885	180
Accesos a vialidad inmediata Sur	1 180	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	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

Los estudios de Demanda desarrollados paralelamente permitieron estimar los siguientes niveles de tránsito esperado para el puente, en sus diferentes alternativas de localización:

Cuadro N° 3.2: Demanda Esperada

Alternativa de Puente		2025			
		Liv	C 2E	C +2E	TMDA
1	Hualqui	1 186	114	781	2 081
2A	Sta. Juana P	2 086	105	234	2 426
2B	Sta. Juana O	1 912	60	231	2 203
3	Buenuraqui	666	46	145	856
4A	Laja P	91	32	123	246
4B	Laja O	90	31	121	242

Paralelamente, se desarrollaron los estudios de base que permitieron establecer las dimensiones técnicas, ambientales y territoriales del proyecto, identificando al mismo tiempo las variables relevantes para un análisis multicriterio, esto es, integrando en el proceso de evaluación de las alternativas tanto aspectos económicos como no económicos.

En todo este proceso, además del Consultor y la Inspección Fiscal, participaron tanto la Dirección Regional de Vialidad del BíoBío como AMDEL, en el marco del proceso de participación definido para el estudio.

3.2 Selección de Alternativa

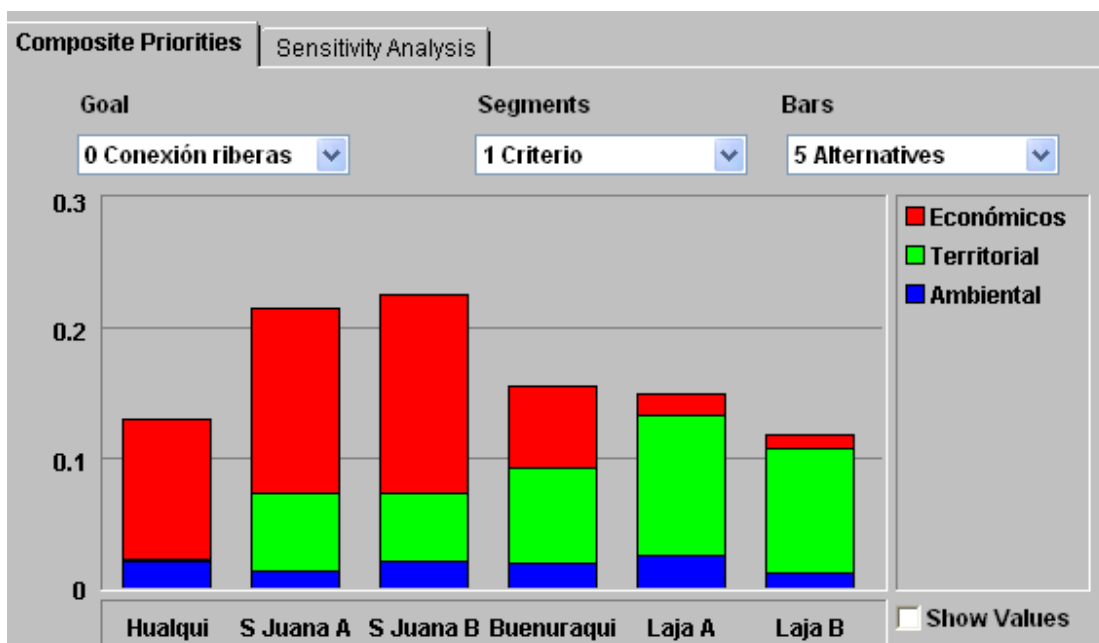
Culminando este proceso, se desarrolló la evaluación preliminar de las alternativas, con los resultados que se indican:

Cuadro N° 3.3 : Síntesis de Resultados – Indicadores de Evaluación Preliminar

	ALT. 1 Hualqui	ALT. 2A S. Juana P	ALT. 2B S. Juana O	ALT. 3 Buenuraqui	ALT. 4A Laja P	ALT. 4B Laja O
Evaluación Económica Preliminar						
Valor Actual Neto Millones \$	30 992	48 479	47 015	13 216	-3 834	-5 279
Tasa linternada de Retorno	21.2%	21.3%	28.8%	14.2%	3.1%	2.1%
Rentabilidad Inmediata	11.5%	10.4%	15.9%	6.8%	4.4%	3.7%
Evaluación Ambiental Territorial						
Integración Territorial: dist. a capital (Km x hab)	20 591	537 044	543 884	20 665	1 593 361	1 634 176
Integración Territorial: dist. a Puerto Coronel (Km)	26.3	45.9	47.3	64.3	69.7	68.8
Conectividad vial: Reducc. dist a pavimento (Km)	-	-	-	-	-	-
Conectividad FFCC: Reducc. dist a estación (Km)	182.7	351.7	361.5	300.8	350.1	311.9
Superficie afectada por nuevos caminos (Ha)	1.3	4.0	2.7	4.8	1.3	9.7
Desarrollo con topografía accidentada (Km)	0.2	1.0	0.9	2.8	-	-
Atraveso de cursos de agua naturales (N°)	-	-	-	-	-	-
Superficie de bosque ocupada (Ha)	-	-	1.8	-	-	2.3
Sup.intervención directa habitat fluvial BíoBío (Ha)	28.2	36.7	23.3	18.9	22.5	20.1
Expropiaciones urbanas (Ha)	-	2.0	-	-	4.0	1.0
Expropiaciones rurales (Ha)	5.6	4.0	4.0	16.0	5.0	12.0

La ponderación de los indicadores anteriores, determinada con la participación de los agentes involucrados, representada por AMDEL y la DRV, permitió establecer el siguiente resultado, en términos de puntaje total ponderado:

Figura N° 3.1 : Resultados Evaluación Multicriterio – Puntaje Ponderado por Alternativas



Cuadro N° 3.4 : Resultados Evaluación Multicriterio – Ranking y Resultado Económico

Alternativa	Resultado Multicriterio		Indicadores económicos			
	Puntaje	Ranking	VAN Mill \$	tir	tri	AOPS (*)
2B Pte. Sta. Juana Oriente	0.226	1	47 014.6	28.8%	15.9%	2015
2A Pte. Sta. Juana Poniente	0.216	2	48 479.0	21.3%	10.4%	2015
3 Pte Buenuraqui	0.156	3	13 215.9	14.2%	6.8%	2015
4A Pte Laja Poniente	0.151	4	-3 833.7	3.1%	4.4%	>2034
1 Pte. Hualqui	0.130	5	30 991.9	21.2%	11.5%	2015
4B Pte Laja Oriente	0.119	6	-5 279.1	2.1%	3.7%	>2034

(*) Año Óptimo de Puesta en Servicio

A la luz de los antecedentes expuestos, el emplazamiento recomendado es Santa Juana, en la alternativa Oriente.

Dicha recomendación se fundamenta en la valoración ponderada de los efectos tanto económicos como no económicos:

- Inversión óptima desde el punto de vista de sus indicadores económicos
- Contribuye del modo más eficiente a generar nuevas oportunidades a través de la integración territorial, una mejor accesibilidad y un mínimo impacto ambiental.
- Ventajas del emplazamiento Oriental:
 - Mejor Ranking Multicriterio
 - Mayor rentabilidad (28,8% vs. 21,3%)
 - Menor Inversión (\$13,4 vs. 23,6 miles de millones)
 - Evita impactos urbanos negativos

- Ventajas del emplazamiento Occidental:
 - VAN levemente mayor (\$48,5 vs. 47,0 miles de millones)
 - Menor recorrido entre localidades extremas

Para la alternativa seleccionada (Santa Juana Oriente), la demanda esperada alcanza a 2203 vehículos (TMDA) el año 2025, esto es, equivalente al que hoy circula por el camino de la madera en el entorno de Santa Juana.

3.3 Desarrollo de Anteproyecto

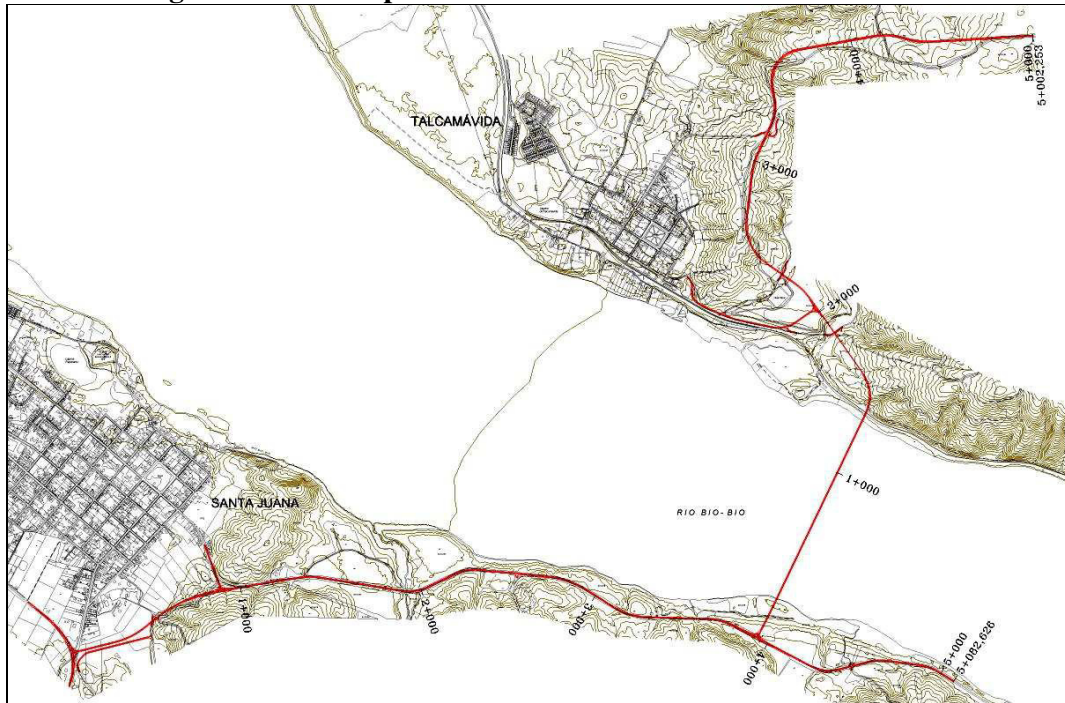
Para la alternativa de puente en Santa Juana Oriente se desarrolló el diseño del puente propiamente tal y el de sus conexiones a la vialidad existente inmediata. El Puente Santa Juana Oriente se proyecta en una longitud total de 1.280 metros y sus accesos en una extensión de 10 kilómetros.

Adicionalmente, se desarrolló el diseño de obras complementarias que, en algún momento, será necesario incorporar en el Plan de Proyecto. Estas corresponden al mejoramiento de los caminos existentes cuyo estándar actual no es el adecuado para los niveles de demanda previstos a mediano plazo.

Cuadro N° 3.5 : Resumen de Inversiones estimadas a nivel de Anteproyecto

ÍTEM	PARTIDA	Puente Biobío y Conexiones Inmediatas	Mejoramiento accesos hacia localidades aledañas		
			Santa Juana	Talcamávida	Rere
	CAMINOS				
100	PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	5.803.315	23.805.841	37.103.491	499.624
200	MOVIMIENTOS DE TIERRA	320.916.774	1.277.051.994	1.576.828.207	13.106.220
300	CAPAS GRANULARES	106.298.146	453.695.998	270.401.825	27.890.042
400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	244.304.592	1.001.727.494	662.334.224	77.460.212
500	PUENTES Y ESTRUCTURAS	100.161.583	233.602.119	6.515.892	8.687.856
600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	64.512.702	313.436.387	227.043.133	58.900.371
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	47.149.077	187.230.611	108.789.177	12.308.864
	VARIOS	284.516.199	155.939.113	154.061.471	0
	EXPROPIACIONES	11.518.500	85.964.600	116.989.000	26.960.000
	TOTAL CAMINOS	1.185.180.888	3.732.454.157	3.160.066.420	225.813.189
	INFRAESTRUCTURA	17.148.057.075	0	0	0
	SUPERESTRUCTURA	6.289.852.533	0	0	0
	VARIOS	413.588.931	0	0	0
	TOTAL PUENTE SOBRE BIOBÍO	23.851.498.540	0	0	0
	INVERSIÓN TOTAL ESTIMADA \$ (IVA INCLUIDO)	25.036.679.428	3.732.454.157	3.160.066.420	225.813.189

La siguiente planta general muestra el emplazamiento de estos proyectos.

Figura N° 3.2 : Emplazamiento de la Alternativa Seleccionada

4 Evaluación Definitiva

La evaluación social demuestra que el proyecto seleccionado (puente + accesos inmediatos) es rentable (VAN = \$34.500 millones, TIR = 16,3%).

Componente relevante de los beneficios corresponde al tránsito generado. Por ello en el cálculo de los beneficios por este concepto se adoptó una hipótesis conservadora.

El detalle de los flujos esperados y el cálculo económico de los indicadores pertinentes se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4.1: Detalle de Cálculo de Indicadores Económicos Evaluación Definitiva Tramo 2 Puente Santa Juana Oriente

MONEDA : MILES PESOS DICIEMBRE 2008

AÑO	INVERSION [M\$]	COSTOS CONSERVACIÓN [M\$]	BENEFICIOS												FLUJO BENEFICIOS ANUAL [M\$]	FLUJO ACTUAL BENEFICIOS [M\$]	TRI [%]
			VEHICULO LIVIANO				CAMIÓN DOS EJES				CAMIÓN MÁS DE DOS EJES						
			TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO		TTO NORMAL		TTO GENERADO				
			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\$]			
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

4.1 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 N° 4.2: 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

5 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 Bóbio.

El Plan de Proyecto comprende dos tipos de documentos, a saber:

- **Plano General de Soluciones:** Describe el proyecto en el ámbito geográfico.
- **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.

5.1 Plano General de Soluciones

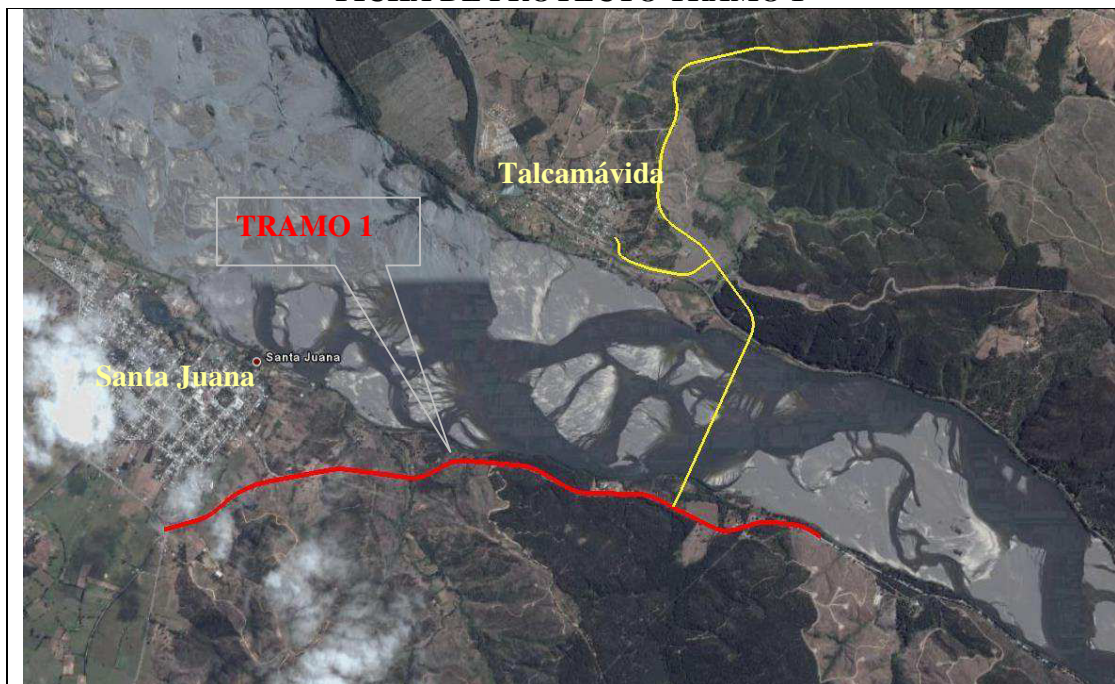
En las páginas siguientes se incluye el plano general de las soluciones, que identifica las obras propuestas en un contexto geográfico.

Figura N° 5.1 : Plano General de Soluciones

5.2 Fichas de Proyecto

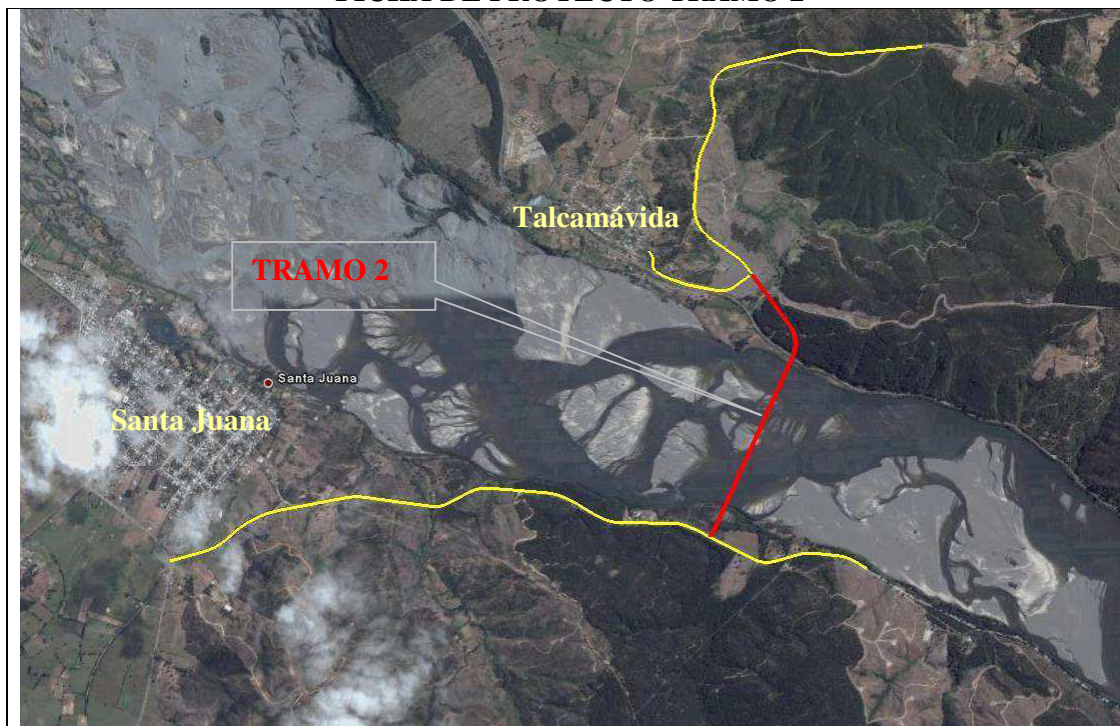
Las obras propuestas para la construcción del Puente Santa Juana Oriente se han agrupado en proyectos asociados a los diferentes tramos homogéneos que la componen. Las Fichas de Proyecto caracterizan cada uno de estos tramos y las obras allí contempladas.

FICHA DE PROYECTO TRAMO 1




Nombre Proyecto	Est. Prefactibilidad Construcción Puente en Río Bío-Bío Sector Chiguayante-Laja	Región	VIII Región Del Bío-bío
Tramo	1.- Ruta de La Madera - Acceso Sur Puente Santa Juana Oriente	Comuna	Santa Juana
Obras Principales	<p>Construcción de calzada simple (7 m) en 5,1 kilómetros.</p> <p>- Materialización de tres intersecciones a nivel:</p> <p>Km 0,0 : Intersección con Ruta de la Madera</p> <p>Km 0,9: Intersección a nivel y conexión con la Ruta O-884 en dirección a Santa Juana.</p> <p>Km 3,9 : Intersección a nivel con Puente Santa Juana Oriente)</p> <p>- Paso Superior N°1 en km 0,5. Atravesio sobre sendero al Estadio de Santa Juana</p> <p>- Expropiaciones de 153.504 m2 (85.964.600 pesos)</p>	Monto Inversión	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 \$
		Indicadores	
		Estudios Realizados	Preinversión Anteproyecto 1:2.000 sobre levant. aerofotogramétrico 1:2000 con apoyo
		Por Realizar	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 Bío-Bío Sector Chiguayante-Laja	Región	VIII Región Del Bío-Bío
Tramo	2.- Puente Santa Juana Oriente	Comuna	Santa Juana – Hualqui
Obras Principales	<p>Construcción Puente Santa Juana Oriente (L=1.280 m) y sus accesos en calzada simple (7 m), considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Paso Superior de FFCC en ribera norte - Paso Superior sobre camino Talcamávida - Gomero - Expropiaciones 32.879 m² (11.518.500 pesos) 	Monto Inversión	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 \$
		Indicadores	
		Estudios Realizados	Preinversión Anteproyecto 1:2.000 sobre levant. aerofotogramétrico 1:2000 con apoyo Ingeniería de Detalles
Justificación del Proyecto	<p>Por su caudal, el río Bío-Bío 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.</p> <p>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.</p>	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 Bío-Bío, 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 Bío-Bío en Santa Juana y Talcamávida.		

FICHA DE PROYECTO TRAMOS 3 Y 4



Nombre Proyecto	Est. Prefactibilidad Construcción Puente en Rfo 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	<p>Construcción de calzada simple (7 m) en 3,0 kilómetros.</p> <p>- Materialización de cuatro intersecciones a nivel:</p> <p>Km. 0,0 : con Ruta O-884, Dm 2.027,912: conexión con Ruta O-800 y Acceso Sur a Talcamávida</p> <p>Km. 3,2 con Ruta O-60, dirección a Talcamávida</p> <p>Km. 5,0 : Empalme con Ruta O-60</p> <p>- Dos atravesos a Desnivel</p> <p>Km. 1,9 : Paso Superior N° 2, Atravesio sobre Ruta O-800</p> <p>Km. 2,3: Paso Superior N° 3, Atravesio para senderos forestales.</p> <p>- Expropiaciones 143.949 m2 (143.949.000 pesos)</p>	<p>Monto Inversión</p> <p>Indicadores</p> <p>Estudios Realizados</p> <p>Por Realizar</p>	<p>Privada: 3.385.880 miles \$ 2008</p> <p>Social: 2.449.997 miles \$ 2008</p> <p>Situación Base Social: 2.258.283 miles de \$ 2008</p> <p>Fecha óptima inicio operación 2024 (TRI 1,6%)</p> <p>TIR = 2,4%</p> <p>VAN = (63.388) miles de \$</p> <p>Preinversión</p> <p>Anteproyecto 1:2.000 sobre levant. aerofotogramétrico c/ apoyo terrestre</p> <p>Evaluación Definitiva</p> <p>Ingeniería de Detalles</p>
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		