

2.6 PRIORIDAD DE REHABILITACIÓN Y PLAN DEL PROYECTO DE INVERSIONES

2.6.1 Número de Puentes y Período del Plan

(1) Número de Puentes a ser Rehabilitados

El número total de puentes que necesitan ser rehabilitados y evaluados por sus propiedades son cerca de 1.000. El largo promedio de un puente es de alrededor de 26m. Estos fueron seleccionados de entre cerca de 8.000 puentes de todas las regiones del país por el MOP, como se explicó en el Capítulo 2.2.1 previo.

La Tabla 2.13 muestra el número y las condiciones de los puentes de la IX región(modelo del estudio) a ser rehabilitados. De los 110 puentes inspeccionados el N°45 "Allinco" no existía.

Tabla 2.13 Cantidad y Condición de los Puentes en la IX región

Condición del Puente	Cantidad de Puentes
1: Peligrosos	6
2: Potencialmente Peligrosos	58
3: No funcionan como originalmente diseñados	27
4: Funcionan como originalmente diseñados	7
5: Buenos, Nuevos o como nuevos	11
Total	109

(2) Período de Plan

El período de plan de rehabilitación está ajustado para 10 años. Este período está dividido a su vez en los dos siguientes períodos para facilitar su implementación:

Primeros 5 años del plan de rehabilitación	1998	1999	2000	2001	2002
Segundos 5 años del plan de rehabilitación	2003	2004	2005	2005	2007

El plan de inversión de 10 años para la rehabilitación deberá cumplir con las políticas de financiamiento del gobierno Chileno, en lo que respecta a la escala de los presupuestos nacional y local para los caminos y puentes del MOP. También, el plan debería ser examinado para verificar la capacidad de implementación de los trabajos.

2.6.2 Concepto de Prioridad de Rehabilitación

(1) Características de los Puentes de Caminos Rurales

La mayoría de los planes de rehabilitación para puentes de caminos principales son decididos por el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). Por consiguiente, el tiempo probable de rehabilitación está calculado respecto del tiempo en que el puente existente está cerrado. Para la selección del camino de desvío (generalmente hay más de una opción) debe ser determinado el costo de operación de los vehículos por camino. Sin embargo, este sistema de evaluación de puentes de caminos principales no puede ser aplicado a los puentes de caminos rurales. Esto se debe a que la función de los puentes de caminos rurales es diferente a la de un puente de camino principal: en general, los puentes de caminos rurales son pequeños, con bajo volumen de tránsito, pero de necesidad social no baja.

Las características de los puentes de caminos rurales están resumidas como sigue:

- Puentes cortos, de modo que el ahorro en costos de operación para estos puentes es pequeño.
- Hay muchos puentes rurales.
- Están esparcidos en una vasta área.
- El costo de construcción es bajo.
- Preferentemente el tránsito es local con bajo volumen.
- Pocos puentes pueden ser considerados como "económicamente factibles", aunque también los hay.
- Debido a los pocos datos económicos, es difícil evaluar el retorno económico de la inversión.
- Pese al bajo retorno económico de la inversión, mucho de los puentes funcionan como nexos de las instituciones sociales tales como hospitales y escuelas; por lo tanto es difícil medir el valor del puente sólo en términos económicos.

(2) Efecto de la Rehabilitación de los Puentes de Caminos Rurales.

Las características de los puentes de caminos rurales mencionadas anteriormente y los efectos de la rehabilitación mostrados en la **Tabla 2.14**, son los dos elementos a sugerir para el sistema de prioridad de rehabilitación, lo cual es completamente diferente al del índice de la tasa interna de retorno para la rehabilitación de puentes de caminos principales.

Tabla 2.14 Nueve Efectos de la Rehabilitación de Puentes de Caminos Rurales

1) Para incrementar el ingreso de los habitantes rurales;	Efecto de aumento del ingreso
2) Para incrementar la productividad rural;	Efecto del incremento de la productividad
3) Para incrementar los recursos rurales no desarrollados;	Efecto de desarrollo de recursos
4) Para ahorrar tiempo eliminando desvíos;	Efecto de ahorro de tiempo
5) Para evitar accidentes de tránsito;	Efecto de protección de vidas y propiedad
6) Para reducir el tiempo de cruce del río	Efecto de ahorro de tiempo
7) Para reducir la migración de la población;	Efecto de reducción de la migración
8) Para corregir la diferencia de ingresos;	Efecto de corrección del ingreso
9) Para eliminar el aislamiento social;	Efecto de eliminación del aislamiento social

(3) Evaluación de la Rehabilitación de los Puentes de Caminos Rurales

Para los caminos rurales, es necesario evaluar sistemáticamente la prioridad de rehabilitación usando indicadores. La Tabla 2.15 explica el concepto básico para la evaluación de la prioridad de los puentes en los caminos rurales.

Tabla 2.15 Evaluación de la Rehabilitación para Puentes de Caminos Rurales

- La prioridad de rehabilitación de puentes de caminos rurales debería ser decidida no cuantitativamente sino que cualitativamente.
- Los índices de prioridad para puentes de caminos principales son la tasa interna de retorno (TIR) y el VAN, mientras que para la rehabilitación de puentes de caminos rurales, estos dos indicadores tienen muchas interpretaciones, de manera que se necesita considerar el uso de varios indicadores.
- Los índices han de ser calculados para cada puente, aún si este es pequeño.
- Los nueve efectos mostrados en la Tabla 2.14 son posibles índices para la evaluación de la prioridad para puentes de caminos rurales.
- Estos índices en cuestión deben ser comparados e integrados unos con otros para simplificar el proceso de evaluación.
- La importancia de los índices varía, y el peso de cada uno de ellos es importante.
- Para el primer paso de la evaluación, se deben calcular todos los índices de cada puente, y de acuerdo a la prioridad de todos ellos, se ha de decidir.

2.6.3 Índices de la Prioridad para Puentes de Caminos Rurales

(I) Introducción

Hay un gran número de puentes en caminos rurales los cuales están dispersos por las regiones. Por lo tanto, el sistema de evaluación de la prioridad deberá ser simple y aplicable a todas las regiones y además debe ser manejable para cualquier ingeniero del MOP que esté a cargo. Para este propósito, los nueve efectos de la rehabilitación presentados en la sección anterior fueron analizados para considerar los índices de prioridad adecuados para el sistema, siguiendo este procedimiento:

- En la visita a la IX región, fueron recolectadas las opiniones de los residentes y del personal del MOP.
- Los nueve efectos fueron estudiados por los miembros del Equipo de Estudio, recogándose también las opiniones de expertos de diferentes campos.
- Se sostuvieron reuniones posteriores para realizar los ajustes de acuerdo con las opiniones del MOP.

Como resultado se obtuvieron los siguientes tres índices considerando un gran número de puentes, los límites de la mano de obra y de la disponibilidad de datos. La **Figura 2.11** resume el proceso de cómo los nueve efectos son integrados a los tres indicadores. Sin embargo, estos serán analizados más adelante.

Efectos de Rehabilitación Esperados	Índice de Prioridad	Definición
- Aumento del ingreso - Aumento de la productividad - Desarrollo de recursos	Índice Económico	= Volumen tránsito/costo rehabilitación
- Reducción de tiempo en desvíos - Reducción del tiempo para cruzar el río - Protección de vidas y propiedades	Índice Seguridad	= Grado de daño del puente
- Disminución de emigración - Rectificación de diferencias de ingresos regional - Mitigación del aislamiento regional	Índice Social	Promedio de ingreso de la región / ingreso promedio de la comuna
	Índice Total	= Índice Económico + Índice de Seguridad + Índice Social

Figura 2.11 Proceso de Paso de los Nueve Efectos hacia los Tres Índices

Para poder comparar la idea de los tres índices mostrados en la **Figura 2.11**, se sugirió (en la mitad del camino del Estudio) una idea alternativa, que es la integrar en sólo dos índices tal como se muestra en la **Figura 2.12**.

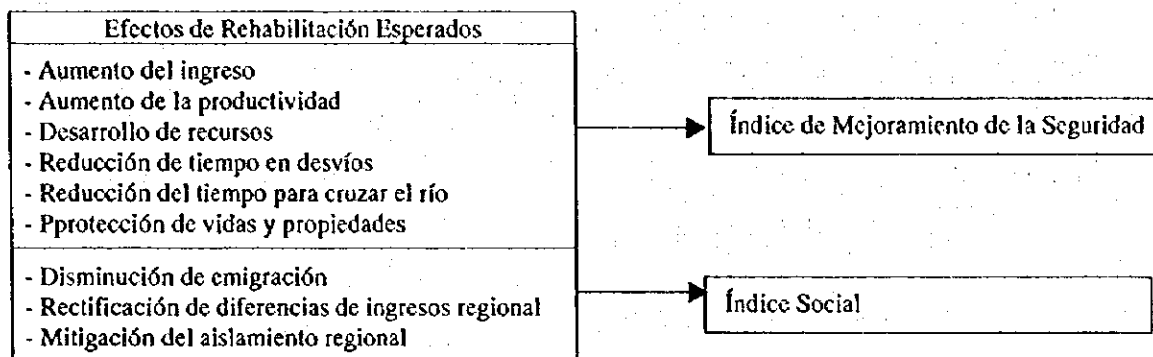


Figura 2.12 Método Alternativo del paso de los Nueve Efectos a Dos Índices

Los detalles de la idea sugerida y los estudios comparativos están explicados en el **Anexo 1-7 (Volumen 3/8)**. En el resultado, el método alternativo es definido como un tipo simple de evaluación de factibilidad que integra todos los efectos del proyecto dentro de una relación beneficio-costos. El método alternativo es diferente del original en su aproximación, pero no hay diferencias significativas en el orden de prioridad entre estos dos métodos. Se consideró que el método original era más fácil para que el MOP realice sus políticas de rehabilitación mediante ajustes en la importancia o "peso" de los tres indicadores independientemente. Por lo tanto, el estudio prosigue según la idea original de los tres índices.

Los tres índices seleccionados (económico, seguridad y social) son importantes, pero no todos tienen la misma importancia. Se puede considerar una política para asignar importancia o "peso" a los tres indicadores, por ejemplo en una proporción porcentual de 40:40:20. En posteriores análisis se pueden considerar otros porcentajes para ver como estos valores influyen en el orden de la prioridad.

(2) Indicador Económico (Índice razón Tránsito – Costo)

<ul style="list-style-type: none"> 1) Efecto del aumento del Ingreso 2) Efecto de aumento de la productividad 3) Efecto del desarrollo de recursos 	}	① Índice Económico (=Vol. Tránsito/Costo de rehabilitación)
---	---	--

Estos efectos están económicamente interrelacionados y pueden ser manejados como un mismo ítem. Sin embargo podría ser difícil decidir adecuadamente estos efectos sin realizar algunos ajustes por las

siguientes razones (Ver el Anexo I-8 (Volumen 3/8))- Índices de Cada Efecto por Rehabilitación de los puentes)

- Efecto de aumento del ingreso: es difícil estimar el aumento de la producción y el aumento total del ingreso debido a la rehabilitación.
- Efecto de aumento de la producción: es difícil estimar el aumento de la producción después de la rehabilitación de un puente.
- Efecto de desarrollo de recursos: el aumento de la producción antes mencionado y el aumento de la producción debido al desarrollo de los recursos están traslapados.

Teóricamente, el beneficio económico de un proyecto de rehabilitación de puentes es la diferencia de los beneficios entre los casos en que el proyecto de rehabilitación de puentes es aplicado o no. Sin embargo, los beneficios de rehabilitación de puentes pequeños son difíciles de estimar como se explicó anteriormente, así que los efectos del beneficio total de la rehabilitación de un puente pequeño serán medidos indirectamente mediante el incremento del volumen de tránsito.

El incremento del volumen de tránsito puede ser adecuadamente estimado mediante el análisis del tránsito para los casos con o sin proyecto en una red vial, pero esta aproximación es demasiado laboriosa y complicada para ser aplicada a muchos puentes pequeños diseminados en el país. El segundo mejor método es asumir que el volumen de tránsito representa el beneficio tal como fue recomendado anteriormente, basados en la presunción de que el aumento del volumen de tránsito está en proporción con el volumen de tránsito antes de la rehabilitación.

(3) Indicador de Seguridad (Índice de daños del puente)

4) Efecto de reducción de tiempo en desvíos 5) Efecto de reducción de tiempo para cruzar el río 6) Efecto de protección de vidas y propiedades	} ② Índice de Seguridad (= Clasificación del daño del puente)
--	--

Ambos efectos de ahorro de tiempo son considerados como dependientes del grado de daños del puente. Así mismo, los accidentes de tránsito ocurridos en los puentes pueden estar relacionados también con el grado de daño de las estructuras del puente. Por consiguiente, el índice del daño del puente representará estos tres efectos.

Es difícil de decidir estos tres efectos separadamente por las siguientes razones (Ver Anexo I-8).

- Efecto de reducción de tiempo en desvíos: es difícil decidir la distancia, la condición de la superficie del camino, y el origen y término del desvío del camino.
- Efecto de protección de las vidas y propiedades: es difícil estimar el riesgo de accidentes del tránsito provocados por los daños en las estructuras de los puentes, pero es definitivo que mientras más severo sea el daño, mayor es el riesgo que ocurran.

(4) Indicador Social (Índice de corrección del ingreso)

7) Efecto de la disminución de la migración 8) Efecto de rectificación de la diferencia del ingreso Efecto de eliminación del aislamiento social	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \textcircled{3} \text{ Índice de corrección del ingreso} \textcircled{9}$ $(= \text{Ing. prom. nacional} / \text{Ing. prom. regional})$
--	--

Los tres efectos antes mencionados pueden ser colocados juntos por los siguientes hechos obtenidos en el estudio de la IX región.

- En los últimos 5 años, la población ha disminuido en siete de las 31 comunas de la región.
- Las comunas cuya población ha disminuido están ubicadas en un área aislada y montañosa del este o en zonas costeras del oeste, las cuales se encuentran lejos de Temuco, la capital regional.
- Las comunas aisladas geográficamente, lo están también socialmente.
- El ingreso per cápita de dichas comunas aisladas está lejos del ingreso promedio de la IX región.
- De este modo, las comunas con migración de población, bajos ingresos, y aisladas, están relacionadas.

Las razones de porque el índice de corrección de la diferencia de ingresos representa a estos tres ingresos son las siguientes (Ver Anexo I-8):

- Efecto de disminución de la migración: la diferencia de los efectos entre disminución y el incremento de población de la región se eleva mucho.
- Efecto de rectificación en la diferencia de ingresos: la diferencia del ingreso per cápita es más visible entre regiones que entre comunas.
- Efecto de mitigación del aislamiento regional: se involucra fácilmente el valor subjetivo

2.6.4 Proceso de Evaluación de la Prioridad y Plan del Proyecto de Inversión

La Figura 2.13 muestra el perfil de proceso total de evaluación de la prioridad de puentes individuales mediante la formulación del plan de inversión. Para completar el proceso, los cuatro siguientes tipos de datos fueron recolectados: a) volumen de tránsito, b) costo de rehabilitación, c)

condición del puente y d) ingreso per cápita, para luego seguir con los tres pasos indicados en la figura.

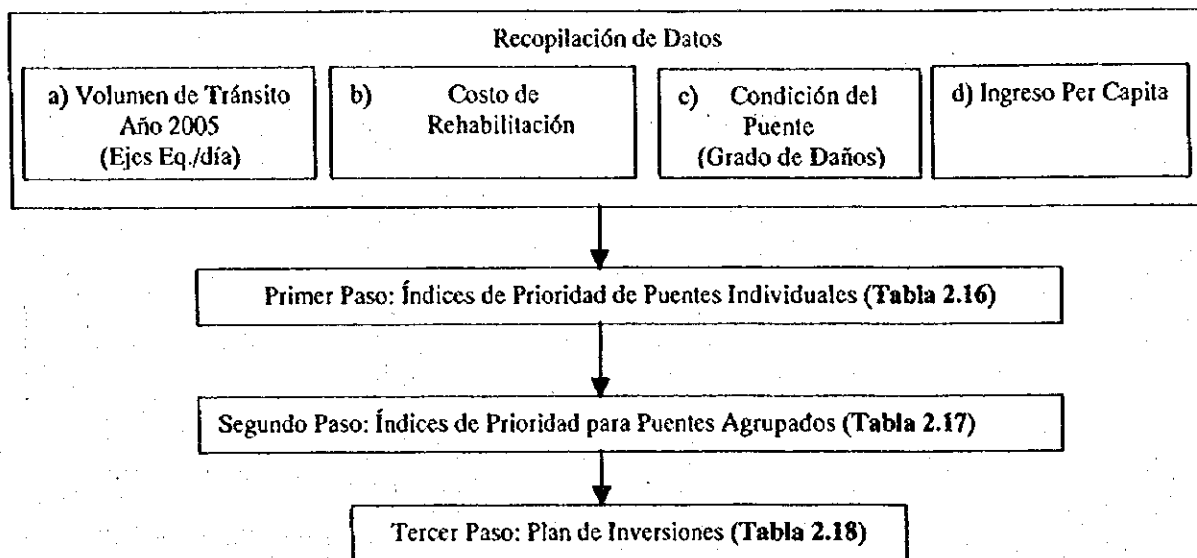


Figura 2.13 Proceso de Evaluación de la Prioridad y Plan de Inversiones

Estos cuatro datos fueron recolectados a través de las siguientes investigaciones y estudios informados en los capítulos anteriores.

- Condición del puente (grado de daños) del **Capítulo 2.2**
- Ingreso per cápita del **Capítulo 2.3**
- Volumen de tránsito del **Capítulo 2.4**
- Costo de la Rehabilitación del **Capítulo 2.5**

Los tres primeros pasos son explicados desde el **Capítulo 2.6.5** al **2.6.7**, usando datos actuales tomados del estudio modelo de la IX región.

2.6.5 Índices de la Prioridad de Puentes Individuales (Primer Paso)

La **Tabla 2.16** es el resultado del cálculo de la prioridad para los 110 puentes considerados individualmente en la IX región, mediante el uso de los tres índices antes mencionados. Los principales ítems de esta tabla consisten en la Ubicación de Puente, Datos del Puente Existente, Datos de la Rehabilitación del Puente, los Tres Índices y sus valores Totales. Los datos requeridos para calcular los indicadores son; A) Clasificación de los Daños (condición del puente), B) Costo de Rehabilitación, C) Volumen de Tránsito (del año 2005) y D) Ingreso per cápita de la Comuna.

Los métodos de cálculos de los tres indicadores son explicados a continuación.

Tabla 2.16 Índices de Prioridad de Puentes Individuales (Primer Paso: Orden del Puente N°)

Ubicación del Puente		Datos Puentes Existentes				Datos Rehabilitación Puente				Índices Económicos				Índices Seguridad				Índices Social				Total							
Sector N°	Nombre Comuna	N° Puente	Nombre Puente	Tipo Puente	Long. (m)	Avecho (m)	Límite (m)	Carpa (C. Datas)	Clasif. A	Método Rehab.	N° Pistas	Costo (mill. pesos)	Transito (vehs/d)	Ingreso (mill. pesos/año)	Transito (vehs/año)	Índices Sio. P= (Bonom.E. G=0,30F)	Índices Sio. (Costo F=0,30)	Índices Sio. P= (Bonom.E. G=0,30F)	Peso	Clasif. Datas	Índices Sio. (H=0,95)	Índices Sio. (D=0,50)	Índices Sio. (A=anom.M. D=ad.K. M=0,200)	Índices Sio. (K=0,50D)	Índices Sio. (P=0,30)	Índices Sio. (M=0,200)	Índices Sio. (N=0,50)	Índices Sio. (E=0,50)	
																													Índices Sio. (A=anom.M. D=ad.K. M=0,200)
35	LAUTARO	IX-001	NIBLINTO	Madera	24,80	3,60	8		2	Reconstr.	2	167,8	1098	165,8	6,55	0,255	0,076	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,279	IX-001	IX-002	0,319	0,002
35	LAUTARO	IX-002	MUCOBALU	Madera	34,50	3,70	6		2	Reconstr.	2	214,1	1098	165,8	6,55	0,255	0,076	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-002	IX-003	0,182	-0,101
36	VILCUN	IX-003	QUINTRILPE	Madera	10,00	2,50	8		2	Reconstr.	1	72,0	309	213,9	4,29	-0,052	-0,016	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,182	IX-003	IX-004	-0,688	0,013
40	VILLARRICA	IX-004	LLAMUCO	Acrero	22,60	4,00	12		4	Reconstr.	1	108,9	293	161,9	2,694	-0,268	-0,080	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-004	IX-005	0,252	0,013
40	VILLARRICA	IX-005	PEDREGOSO	Madera	16,50	3,20	8		4	Reconstr.	1	92,0	293	161,9	2,694	-0,201	-0,060	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-005	IX-006	-0,681	0,013
40	VILLARRICA	IX-006	CALBUCCO	Madera	13,00	3,55	8		4	Reconstr.	1	81,2	293	161,9	2,694	-0,144	-0,043	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-006	IX-007	0,134	0,013
41	VILLARRICA	IX-007	EL TIGRE	Madera	19,50	3,75	12		4	Reconstr.	1	101,2	29	161,9	0,293	-0,595	-0,178	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-007	IX-008	-0,782	0,013
42	VILLARRICA	IX-008	CHOMEJ	Madera	10,00	3,20	12		4	Reconstr.	1	77,2	29	161,9	0,293	-0,595	-0,178	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-008	IX-009	-0,315	-0,063
42	VILLARRICA	IX-009	EL SALTU	Madera	11,70	3,50	10		4	Reconstr.	2	153,0	525	161,9	3,453	-0,168	-0,050	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-009	IX-010	-0,638	0,013
39	VILLARRICA	IX-010	LANI	Madera	21,80	3,60	10		4	Reconstr.	2	90,5	525	161,9	3,453	0,153	0,046	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-010	IX-011	-0,542	0,013
39	VILLARRICA	IX-011	LANE	Madera	4,90	3,95	8		4	Reconstr.	2	195,4	628	110,1	3,212	-0,198	-0,059	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-011	IX-012	0,675	0,013
34	VILLARRICA	IX-012	HUECHUCON	Madera	30,60	4,10	8		4	Reconstr.	2	140,0	628	110,1	3,212	-0,026	-0,008	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-012	IX-013	0,526	0,013
33	VEJUA IMPERIAL	IX-013	HUMAMAQUI	Madera	19,10	4,00	8		2	Reconstr.	2	140,2	180	1,287	0,459	-0,459	-0,138	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-013	IX-014	0,060	-0,101
78	VILCUN	IX-014	PUMAMAQUI	Madera	32,20	4,20	8		2	Reconstr.	2	140,2	180	1,287	0,459	-0,459	-0,138	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-014	IX-015	0,192	-0,063
56	GORBEA	IX-015	CHARLEO	Madera	20,40	3,90	6		5	Reconstr.	2	116,3	527	193,4	3,400	-0,145	-0,044	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-015	IX-016	-1,112	-0,063
56	GORBEA	IX-016	LAS LUMAS	Madera	13,20	3,90	6		5	Reconstr.	1	111,6	527	193,4	3,400	-0,191	-0,117	-1,203	-0,601	2	-1,203	0,066	0,013	0,066	0,013	IX-016	IX-017	0,171	-0,063
57	GORBEA	IX-017	POLJULI	Madera	22,70	3,90	10		2	Reconstr.	1	202,6	621	193,4	3,064	-0,218	-0,065	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-017	IX-018	0,131	-0,063
58	GORBEA	IX-018	PUYEHUE	Madera	32,10	4,00	10		2	Reconstr.	1	178,8	370	193,4	2,999	-0,330	-0,105	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-018	IX-019	0,237	-0,063
59	GORBEA	IX-019	DONGIL	Madera	44,10	4,00	12		2	Reconstr.	2	231,0	1999	161,9	4,689	0,602	0,146	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-019	IX-020	0,468	0,013
63	VILLARRICA	IX-020	RINGO	Acrero	12,50	3,65	12		2	Reconstr.	2	86,2	407	161,9	4,722	0,007	0,002	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-020	IX-021	-0,136	0,013
61	VILLARRICA	IX-021	PEDREGOSO	Madera	38,00	3,95	10		3	Reconstr.	2	0,0	613	161,9	0,000	-10,000	-3,000	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-021	IX-022	0,860	0,013
72	VILLARRICA	IX-022	LONG LONG	Madera	18,00	3,52	12		5	No Acción	0	0,0	613	161,9	0,000	-10,000	-3,000	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-022	IX-023	-0,019	0,013
62	VILLARRICA	IX-023	QUEBRADA HONDA	Acrero	40,70	3,77	15		4	Reconstr.	2	244,0	1427	161,9	5,847	0,159	0,048	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-023	IX-024	-0,126	0,013
75	VILLARRICA	IX-024	SALVA TU ALMA	Madera	9,60	4,04	4		3	Reconstr.	2	94,3	718	161,9	7,610	0,398	0,119	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-024	IX-025	0,266	0,013
75	VILLARRICA	IX-025	COLLICO	Madera	20,00	5,70	8		3	Reconstr.	2	144,4	718	161,9	4,970	0,540	0,162	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-025	IX-026	0,755	-0,013
74	PUCON	IX-026	GRUCES	Madera	26,00	3,50	6		3	Reconstr.	2	173,2	1504	254,0	9,960	0,666	0,208	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-026	IX-027	-0,100	-0,013
74	PUCON	IX-027	EL CRISTO	Madera	26,00	3,50	6		3	Reconstr.	2	173,2	1504	254,0	9,960	0,666	0,208	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-027	IX-028	-0,100	-0,013
75	PUCON	IX-028	CARHUILLLO	Madera	21,90	3,91	8		3	Reconstr.	2	208,9	427	341,2	1,387	-0,418	-0,125	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-028	IX-029	-1,440	-0,234
60	CUNCO	IX-029	LA BASTILLA	Madera	74,10	3,97	6		8	Reconstr.	1	74,5	65	341,2	0,666	-0,515	-0,180	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-029	IX-030	-1,218	0,013
45	VILLARRICA	IX-030	CODULITO	Madera	10,80	4,00	10		5	Reconstr.	1	142,7	36	161,9	0,252	-0,598	-0,180	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-030	IX-031	-0,547	-0,234
45	VILLARRICA	IX-031	HUITCAHUE	Madera	33,00	3,70	10		5	Reconstr.	1	565,5	384	341,2	0,666	-0,541	-0,162	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-031	IX-032	0,569	0,013
64	CUNCO	IX-032	MEDINA	Acrero	17,00	3,92	8		3	Reconstr.	1	96,3	190	91,0	1,975	-0,365	-0,110	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-032	IX-033	0,266	0,013
66	LONGUMAY	IX-033	ICALMA	Madera	17,90	3,70	10		4	Reconstr.	1	219,5	286	91,0	1,301	-0,657	-0,137	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-033	IX-034	0,547	0,013
67	MELIPUCCO	IX-034	ALLIPEN	Madera	58,00	3,42	4		2	Reconstr.	2	147,7	755	178,9	3,115	0,060	0,014	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-034	IX-035	-0,266	0,013
47	FREIRE	IX-035	NEGRO	Acrero	20,70	3,65	8		3	Reconstr.	2	124,1	576	178,9	4,942	-0,267	-0,080	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-035	IX-036	0,181	-0,013
48	FREIRE	IX-036	PELALES	Madera	13,90	3,92	8		3	Reconstr.	1	95,1	257	178,9	2,700	-0,267	-0,080	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-036	IX-037	0,181	-0,013
49	FREIRE	IX-037	CHUCAUCO	Madera	17,50	3,97	8		3	Reconstr.	1	95,1	257	178,9	2,700	-0,267	-0,080	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-037	IX-038	0,181	-0,013
49	FREIRE	IX-038	FIN FIN	Madera	10,00	4,00	8		4	Reconstr.	1	72,0	257	178,9	2,700	-0,267	-0,080	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-038	IX-039	0,181	-0,013
50	VEJUA IMPERIAL	IX-039	BOROA	Madera	15,90	3,75	12		3	Reconstr.	2	124,6	588	110,1	4,714	0,056	0,002	-10,000	-5,000	0	-10,000	0,000	-10,000	-2,000	-2,000	IX-039	IX-040	0,866	0,013
77	CARAHUE	IX-040	SAN JUAN	Madera	31,60	4,00	10		2	Reconstr.	2	200,2	1830	110,3	9,142	0,605	0,182	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-040	IX-041	0,714	0,233
77	CARAHUE	IX-041	SAN JUAN	Madera	31,60	4,00	10		2	Reconstr.	2	200,2	1830	110,3	9,142	0,605	0,182	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-041	IX-042	0,444	0,233
53	TEDDO SCHMIDT	IX-042	PUYEHUE	Madera	8,40	4,00	10		3	Reconstr.	1	67,1	492	118,3	7,352	0,390	0,126	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-042	IX-043	0,444	0,233
52	TEDDO SCHMIDT	IX-043	ALLIPEN	Madera	9,10	4,05	10		3	Reconstr.	1	69,3	404	118,3	3,825	0,156	0,047	0,597	0,299	4	0,597	2,714	0,011	0,002	0,319	IX-043	IX-044	0,532	

25	VICTORIA	IX-057 HULLINLEBU	Madera	10,40	4,20	12	5	Recount.	1	2	1	98,2	953	219,7	9,705	6,642	0,294	1,177	1,051	-2,103	-0,697	0,629	-0,139	-0,096	IX-057
11	LOS SAUCES	IX-058 RIBUE	Madera	30,50	1,80	8	2	Recount.	1	1	1	135,0	103	130,7	0,763	-0,590	-0,159	3,444	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	IX-058	
10	LOS SAUCES	IX-059 NAPAPIR	Madera	11,10	3,10	8	1	Recount.	1	1	1	75,4	103	130,7	1,367	-0,448	-0,134	3,444	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	IX-059	
11	LOS SAUCES	IX-060 CATALINA N°2	Madera	26,90	4,70	8	1	Recount.	1	1	1	130,1	103	130,7	0,792	-0,526	-0,134	3,444	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	IX-060	
11	LOS SAUCES	IX-061 CATALINA N°1	Madera	20,40	3,50	8	2	Recount.	1	1	1	104,0	103	130,7	0,991	-0,499	-0,150	3,444	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	IX-061	
20	LOS SAUCES	IX-062 PELEHUITO	Madera	17,80	2,60	8	1	Recount.	1	1	1	96,0	103	130,7	1,074	-0,487	-0,146	3,444	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	IX-062	
22	VICTORIA	IX-063 MALLECO	Madera	32,20	3,70	4	1	Recount.	1	1	1	140,2	131	239,7	0,937	-0,506	-0,152	1,877	0,299	0,597	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-063
22	VICTORIA	IX-064 LOS SOLDADOS	Madera	33,50	3,80	8	5	Recount.	1	1	1	144,2	130	239,7	0,902	-0,511	-0,153	1,877	0,299	0,597	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-064
17	LOS SAUCES	IX-065 QUINQUEN	Madera	12,00	3,50	6	3	Recount.	2	1	1	78,2	293	239,7	3,620	-0,143	-0,043	1,877	0,299	-2,103	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-065
17	LOS SAUCES	IX-066 QUINQUEN	Madera	36,10	3,40	10	3	Recount.	2	1	1	221,8	756	130,7	3,319	-0,183	-0,183	1,877	0,299	-0,597	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-066
5	ANGOL	IX-067 VEGAS BLANCAS	Madera	8,90	3,40	10	3	Recount.	1	1	1	63,9	160	365,2	2,434	-0,303	-0,091	1,232	0,151	-0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-067
5	ANGOL	IX-068 EL MANZANO	Madera	15,40	4,00	10	3	Recount.	1	1	1	81,6	160	365,2	2,319	-0,303	-0,091	1,232	0,151	-0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-068
9	LOS SAUCES	IX-069 MIRAFLORES	Madera	44,40	3,60	10	4	Recount.	1	1	1	201,8	624	130,7	2,829	-0,310	-0,093	3,444	0,299	-0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-069
8	LOS SAUCES	IX-070 LA OBRA	Madera	10,40	3,40	5	2	Recount.	2	1	1	98,2	641	130,7	2,629	-0,251	0,075	3,444	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-070
19	COLLIPULLI	IX-071 CALLIN	Madera	13,60	4,00	12	2	Recount.	2	1	1	113,6	580	130,7	2,913	-0,270	0,213	2,479	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-071
30	COLLIPULLI	IX-072 MININCO	Madera	16,30	4,30	10	2	Recount.	2	1	1	91,4	229	130,7	2,678	-0,294	-0,048	2,997	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-072
21	COLLIPULLI	IX-073 NANCO	Madera	24,40	4,20	10	5	Recount.	1	1	1	85,5	229	130,7	2,678	-0,270	-0,041	2,997	0,299	-2,103	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-073
1	RENAICO	IX-074 TOLPAN	Acero	93,40	4,20	10	4	Recount.	1	1	1	328,2	229	130,7	6,999	-0,538	-0,161	1,844	0,299	0,597	-1,148	-0,230	0,007	-0,279	IX-074
68	LONQUIMAY	IX-075 LOS SOLDADOS	Madera	10,00	3,35	8	3	Recount.	1	1	1	96,2	639	91,0	6,642	-0,267	0,060	4,947	0,299	-0,597	1,900	0,140	-0,230	0,007	IX-075
68	LONQUIMAY	IX-076 MIRAFLORES	Madera	19,70	3,90	6	4	Recount.	2	1	1	142,9	639	91,0	4,947	-0,027	0,008	4,947	0,299	-1,203	1,900	0,140	-0,230	0,007	IX-076
67	LONQUIMAY	IX-077 RUCANUCO	Madera	22,90	3,60	4	3	Recount.	2	1	1	157,8	639	91,0	4,049	-0,085	-0,151	4,947	0,299	-0,303	1,900	0,140	-0,230	0,007	IX-077
31	TRAUQUEN	IX-078 HUINILHUE	Madera	33,90	4,20	10	2	Recount.	1	1	1	208,4	3356	161,0	16,100	-1,548	0,464	3,104	0,668	0,597	-0,187	-0,097	0,726	-0,097	IX-078
11	VICTORIA	IX-081 AMANTIBLE	Madera	36,70	3,50	1	1	Recount.	1	1	1	154,0	303	145,0	1,970	-0,366	-0,110	1,877	0,299	0,597	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-081
26	CURACAUTIN	IX-082 CORCOLLO	Madera	14,20	3,50	12	2	Recount.	1	1	1	142,4	149	239,7	1,649	-0,491	-0,147	0,654	0,299	0,597	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-082
27	CURACAUTIN	IX-083 SANTA RITA	Madera	11,70	3,40	8	3	Recount.	1	1	1	135,7	363	688,4	1,148	-0,071	-0,021	0,654	0,299	0,597	-1,731	-0,346	-0,675	IX-083	
28	CURACAUTIN	IX-084 DILLO	Madera	10,00	4,40	8	3	Recount.	1	1	1	88,4	233	688,4	0,230	-0,596	-0,179	0,654	0,299	-0,303	-1,731	-0,346	-0,675	IX-084	
3	ANGOL	IX-085 HULLINCO	Madera	16,80	4,10	10	2	Recount.	1	1	1	72,0	23	688,4	0,314	-0,590	-0,177	0,654	0,299	0,597	1,900	0,140	-0,230	0,007	IX-085
66	LONQUIMAY	IX-086 MALLECO	Madera	92,00	3,60	8	4	Recount.	1	1	1	92,9	190	246	2,047	-0,356	-0,107	1,232	0,299	-0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-086
29	CURACAUTIN	IX-087 TRAHUTILCO	Madera	39,70	3,40	12	2	Recount.	1	1	1	163,3	31	688,4	0,188	-0,608	-0,182	0,740	0,299	0,597	-1,658	-0,332	0,235	IX-087	
30	CURACAUTIN	IX-088 COLORADO	Acero	21,50	3,75	3	1	Recount.	1	1	1	162,3	31	688,4	0,189	-0,607	-0,182	0,740	0,299	0,597	-1,658	-0,332	0,235	IX-088	
37	LAUTARO	IX-089 EL TRIUNO	Madera	43,80	3,55	3	2	Recount.	1	1	1	107,3	51	688,4	0,266	-0,584	-0,178	0,740	0,299	0,597	-1,658	-0,332	0,235	IX-089	
38	LAUTARO	IX-091 COLLIN	Madera	21,80	3,76	1	1	Recount.	1	1	1	175,9	51	165,8	0,292	-0,593	-0,174	0,740	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-091
2	ANGOL	IX-092 LAS ANIMAS	Madera	24,70	4,20	15	2	Recount.	1	1	1	117,2	246	365,2	2,910	-0,348	-0,105	2,714	0,299	0,597	-1,242	-0,248	-0,021	IX-092	
70	LONQUIMAY	IX-093 PELLOMENCO	Madera	14,10	4,20	10	4	Recount.	1	1	1	186,3	43	165,8	0,398	-0,579	-0,174	2,714	0,299	0,597	-1,242	-0,248	-0,021	IX-093	
16	LOS SAUCES	IX-094 LOLEN	Madera	67,00	2,60	8	2	Recount.	1	1	1	84,6	246	365,2	2,910	-0,348	-0,105	2,714	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-094
68	LONQUIMAY	IX-095 RENICO	Madera	20,70	3,40	4	2	Recount.	1	1	1	104,9	251	130,7	2,292	-0,309	-0,093	3,444	0,299	-2,103	-0,697	-0,139	0,007	-0,279	IX-095
69	LONQUIMAY	IX-097 PUNTA NEGRA 1	Madera	24,90	3,55	18	3	Recount.	2	1	1	186,7	1516	91,0	8,119	-0,472	-0,142	4,947	0,299	-0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-097
4	ANGOL	IX-098 LEALTAD	Madera	65,70	3,50	10	2	Recount.	2	1	1	354,7	988,7	365,2	2,875	-0,462	-0,140	1,232	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-098
14	PUREN	IX-099 POCULON	Madera	31,00	3,85	0	2	Recount.	2	1	1	197,3	958	118,3	4,856	-0,025	0,007	3,903	0,299	0,597	0,629	0,126	0,246	-0,498	IX-099
43	VILLARRICA	IX-101 MALLA	Madera	10,00	4,00	12	6	Recount.	1	1	1	70,7	251	115,0	3,146	-0,207	-0,062	3,914	0,299	-0,597	1,026	0,205	0,642	IX-101	
44	VILLARRICA	IX-102 PUELLO	Madera	14,50	3,50	6	3	Recount.	1	1	1	62,8	312	161,9	4,333	-0,446	-0,133	3,914	0,299	-2,103	0,666	0,013	-1,072	IX-102	
76	GORBEA	IX-103 PLANCHADO 1	Madera	9,60	4,00	12	3	Recount.	1	1	1	85,8	119	139,8	2,345	-0,445	-0,133	2,779	0,299	-2,103	0,666	0,013	-1,072	IX-103	
76	GORBEA	IX-104 PLANCHADO 2	Madera	8,00	2,65	12	3	Recount.	1	1	1	70,8	147	193,4	2,080	-0,315	-0,095	2,326	0,299	-0,303	-0,317	-0,063	-0,319	IX-104	
76	GORBEA	IX-105 PLANCHADO 3	Madera	11,30	2,84	12	3	Recount.	1	1	1	65,9	147	193,4	2,238	-0,350	-0,099	2,326	0,299	-0,303	-0,317	-0,063	-0,319	IX-105	
76	GORBEA	IX-106 PLANCHADO 4	Madera	10,00	2,70	12	3	Recount.	1	1	1	76,0	147	193,4	2,045	-0,356	-0,103	2,326	0,299	-0,303	-0,317	-0,063	-0,319	IX-106	
76	GORBEA	IX-107 PLANCHADO 5	Madera	8,90	3,95	12	3	Recount.	1	1	1	68,6	147	193,4	2,147	-0,342	-0,103	2,326	0,299	-0,303	-0,317	-0,063	-0,319	IX-107	
76	GORBEA	IX-108 PLANCHADO 6	Madera	14,80	3,50	12	3	Recount.	1	1	1	86,8	147	193,4	1,697	-0,403	-0,121	2,326	0,299	-0,303	-0,317	-0,063	-0,319	IX-108	
76	GORBEA	IX-110 PLANCHADO N	Madera	12,80	4,00	12	2	Recount.	1	1	1	80,6	147	193,4	1,427	-0,345	-0,116	2,326	0,299	0,597	-0,317	-0,063	-0,319	IX-110	
																				Promedio		2,700			
																				Desviación Estándar		1,001			

(1) Índice Económico (Razón tránsito - Costo)

El índice económico está definido por la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Económico} = \text{Volumen de Tránsito} / \text{Costo de Rehabilitación}$$

Columna 'B' = Costo de Rehabilitación

El costo de Rehabilitación es estimado para cada puente de acuerdo al criterio del método y escala de la rehabilitación, clasificado por volumen de tránsito, tipo de puente, condición de clasificación de los puentes (clasificación de daños de 1 a 5), ancho de la calzada del puente y su límite de capacidad de carga. Aún si todos los puentes de madera son clasificados como 5 serán reconstruidos sin considerar el criterio anterior (referirse al **Capítulo 2.5 – Estimación de los Costos de Rehabilitación**).

En la IX región, el costo total de rehabilitación para los 110 puentes está estimado en alrededor de 14.750 millones de pesos.

Columna 'C' = Volumen de Tránsito

El volumen de tránsito estimado para el año 2005 está basado en el censo de tránsito (referirse al **Capítulo 2.4 - Estudio del Tránsito**). El año 2005 está en el punto medio del segundo plan de rehabilitación de 5 Años. El volumen de tránsito es convertido a ejes equivalentes (EEQ).

Por ejemplo para el puente N°IX-001 Niblinto:

		<u>Tasa de Conversión</u>			
Automóviles	25 / día	x	1,00	=	25 eeq / día
Camiones	418 / día	x	2,50	=	1.045 eeq / día
Buses	11 / día	x	2,49	=	28 eeq / día
Total	454 día				1.098 eeq / día

El mayor volumen de tránsito estimado en la IX región fue de 9.887 eeq por día y el menor fue de 23 eeq por día.

Columna 'E' = Tránsito/Costo

El índice de la razón Tránsito/Costo se calcula para cada puente a partir de las columnas 'B' y 'C'. El promedio y la desviación estándar de los índices par los 110 puentes están calculados al final de la tabla. Con relación a la columna 'F', en orden a evaluar objetivamente los índices a través de las

regiones bajo la misma escala, se debería calcular el índice promedio y la desviación estándar para el total de los puentes en todas las regiones.

Columna 'F' = Índice Estandarizado

El índice estandarizado se adoptó para combinar los tres diferentes índices bajo una misma escala. El índice estandarizado se define por la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Estandarizado} = (\text{Índice Individual} - \text{Índice Promedio}) / \text{Desviación Estándar}$$

Columna 'G' Peso del Indicador

La importancia de los tres índices no es la misma. Por lo tanto, el peso o importancia es un procedimiento que le permitirá al MOP reflejar su política de rehabilitación en el orden de prioridad de los puentes mediante el cambio de los pesos (importancias) de los tres índices. La tabla muestra un ejemplo con peso de 30 % asignado al índice económico.

(2) Índice de Seguridad (Clasificación del daño)

El índice de seguridad está dado directamente por los resultados de las clasificación de la condición obtenidos de la inspección de puentes. La condición del puente está definida por la designación numérica del '1' al '5', de acuerdo al grado de daño del puente (referirse al **Capítulo 2.2 - Inspección de Puentes**).

Columna 'H' = Índice de Clasificación del Daño

La clasificación del daño dada en terreno necesita ser convertida a un índice de manera que un número mayor muestre una mayor prioridad, y se realiza de la siguiente manera:

Condición del Puente	Clasificación por Ingeniería	Índice de Daños
Peligroso	1	6 - 1 = 5
Potencialmente Peligroso	2	6 - 2 = 4
No funciona como orig. diseñado	3	6 - 3 = 3
Funciona como originalmente diseñado	4	6 - 4 = 2
Bueno, Nuevo o como nuevo	5	6 - 5 = 1

Columna 'I' = Índice Estandarizado

Ver la explicación de la Columna 'F'.

Columna 'J' = Peso del Índice

Ver la explicación de la Columna 'G'. La tabla muestra un ejemplo con un peso de 50% asignado al índice de seguridad.

(3) Índice Social (Corrección de la diferencia del ingreso)

El indicador social está definido por la siguiente fórmula:

Indicador Social = Ingreso Promedio Nacional / Ingreso de la Comuna

Columna 'D' = Ingreso de la Comuna

No hay datos de ingresos a nivel comunal disponibles actualmente. Por lo tanto, los ingresos mostrados en la Columna 'D' fueron calculados basándose en los siguientes datos estadísticos:

- a) PIB per capita por región de 1995 (Banco Central de Chile)
- b) Población en extrema pobreza (Ministerio de Planificación Regional)

De los datos de a), el PIB per cápita de la IX Región es de 145.592 pesos y el PIB promedio per cápita del país es de 447.230 pesos. De los datos de b), se obtuvo el porcentaje de la población en pobreza respecto de la población de la Comuna. Entonces, el ingreso per cápita de la Comuna podría ser calculado mediante la multiplicación del PIB per cápita de la IX región (145.592) con el porcentaje de la población en pobreza de la Comuna. Este cálculo del ingreso promedio de la comuna está detallada en el Anexo I-9 (Volumen 3/8) - Estimación del Ingreso Promedio de la Comuna

Columna 'K' = Ingreso Nacional Promedio / Ingreso Promedio de la Comuna

De la columna 'D' y del ingreso nacional promedio, se calcula el índice de corrección de la diferencia del ingreso. El ingreso nacional promedio (447.230 pesos) es redondeado a 450.000 pesos como un valor estándar a ser usado en cada región.

Columna 'L' = Índice Estandarizado

Ver la explicación de la Columna 'F'.

Columna 'M' = Peso del Índice

Ver la explicación de la Columna 'G'. La tabla muestra un ejemplo en el que se ha asignado un peso de 20 % al índice social.

2.6.6 Índices de Prioridad para Puentes Agrupados (Segundo Paso)

(1) Agrupamiento de Puentes Vecinos

Algunos puentes se encuentran próximos entre sí. Estos puentes vecinos deberían ser rehabilitados al mismo tiempo para maximizar el efecto económico sobre la inversión necesaria para la rehabilitación de los puentes ubicados en ciertas secciones de los caminos. Por lo tanto, un grupo de puentes vecinos ubicados en una misma sección de camino (sector de camino), son tratados como un grupo de puentes.

Un "Sector de camino" se definió en el **Capítulo 2.4** como "una unidad elemental de la red vial ubicada entre intersecciones adyacentes, sin ramales en él, donde se asume un volumen de tránsito uniforme". En la IX región, 110 puentes fueron agrupados en 78 "sectores de caminos".

(2) Indicadores de Prioridad para Puentes Agrupados

En el segundo paso, tal como se muestra en la **Tabla 2.17**, son agrupados los puentes localizados en el mismo sector de camino. El índice de prioridad para el grupo de puentes se obtiene del índice de mayor valor de entre los que conforman el grupo, no de su promedio.

De la tabla siguiente:

La columna 'A' muestra los índices totales de los puentes individuales tomados de la Columna 'N' de la **Tabla 2.16**, y

La columna 'B' muestra los índices para los puentes agrupados.

Tabla 2.17 Índices de Prioridad de Puentes Agrupados (Sgdo. Paso: Orden de Prioridad Puentes Agrup.)

(IX Región)

Sector Nº	Ubicación del Puente			Indicador Prioridad		Datos Puente Existente						Datos Rehabilitación Puente					Sector Nº
	Nombre Comuna	Nº Puente	Nombre Puente	Puente Individual	Puente Agrup.	Tipo Puente	Long. (m)	Ancho (m)	Límite Carga (t)	Clasif. Daños	Tránsito (ccj)	Método Rehab.	Nº Pistas	Costo (mill peso)	Nº Puente		
				A	B											Nº	
71	LONQUIMAY	IX-049	NIRECO	2,651	2,651	Madera	8,20	3,70	10	2	4560	Reconst.	2	87,6	IX-049	71	
71	LONQUIMAY	IX-048	NANCUREO	2,458	2,651	Madera	10,00	3,00	6	2	4560	Reconst.	2	96,2	IX-048	71	
70	LONQUIMAY	IX-094	LOLEN	1,000	1,000	Madera	67,00	2,60	4	2	4560	Reconst.	2	370,6	IX-094	70	
4	ANGOL	IX-098	LEALTAD	0,994	0,994	Madera	63,70	3,50	10	2	9587	Reconst.	2	354,7	IX-098	4	
51	TEODO SCHMIDT	IX-099	POCULON	0,942	0,942	Madera	31,00	1,85	0	1	558	Reconst.	2	197,3	IX-099	51	
74	PUCÓN	IX-027	EL CRISTO	0,755	0,755	Madera	26,00	3,50	6	1	1504	Reconst.	2	173,2	IX-027	74	
31	TRAIGUEN	IX-078	HUISILHUE	0,725	0,725	Madera	33,30	4,20	-	2	3356	Reconst.	2	208,4	IX-078	31	
77	CARAHUE	IX-040	SAN JUAN	0,714	0,714	Madera	31,60	4,00	10	2	1830	Reconst.	2	200,2	IX-040	77	
27	CARAHUE	IX-041	LONCOMAYO	0,444	0,714	Madera	18,00	3,84	12	3	1830	Reconst.	2	134,7	IX-041	27	
12	PUREN	IX-079	LA ISLA	0,707	0,707	Madera	36,70	3,50	1	1	303	Reconst.	1	154,0	IX-079	12	
38	LAUTARO	IX-091	COLLIN	0,577	0,577	Madera	21,80	3,75	-	1	43	Reconst.	1	108,3	IX-091	38	
66	LONQUIMAY	IX-085	HUILINCO	0,572	0,572	Madera	16,80	4,10	10	2	190	Reconst.	1	92,9	IX-085	66	
66	LONQUIMAY	IX-033	ICALMA	0,569	0,572	Madera	17,90	3,70	10	2	190	Reconst.	1	96,3	IX-033	66	
19	COLLIPULLI	IX-071	CALLIN	0,562	0,562	Madera	18,60	4,00	12	2	1126	Reconst.	2	113,6	IX-071	19	
65	MELPEUCO	IX-034	ALLIPEN	0,542	0,542	Madera	58,00	3,82	4	2	286	Reconst.	1	219,5	IX-034	65	
52	TEODO SCHMIDT	IX-043	ALLIPEN	0,532	0,532	Madera	9,10	4,05	10	2	404	Reconst.	1	69,3	IX-043	52	
33	NUEVA IMPERIAL	IX-013	HUAMAQUI	0,526	0,526	Madera	19,10	4,00	8	2	628	Reconst.	2	140,0	IX-013	33	
8	LOS SAUCES	IX-070	LA OBRA	0,500	0,500	Madera	10,40	3,40	5	2	641	Reconst.	2	98,2	IX-070	8	
34	NUEVA IMPERIAL	IX-012	HUECHUCÓN	0,475	0,475	Madera	30,60	4,10	-	2	628	Reconst.	2	195,4	IX-012	34	
63	VILLARRICA	IX-021	PEDREGOSO	0,458	0,458	Acero	58,00	3,85	12	2	1909	Reconst.	2	231,0	IX-021	63	
22	VICTORIA	IX-063	MALLECO	0,458	0,458	Madera	32,30	3,70	4	1	131	Reconst.	1	140,2	IX-063	22	
22	VICTORIA	IX-064	LOS SOLDADOS	0,007	0,458	Madera	33,50	3,80	8	2	130	Reconst.	1	144,2	IX-064	22	
13	PUREN	IX-055	VILUCO	0,451	0,451	Madera	8,30	3,90	10	2	594	Reconst.	2	88,0	IX-055	13	
13	PUREN	IX-054	CHACRE	0,344	0,451	Madera	20,10	3,70	10	2	594	Reconst.	2	144,8	IX-054	13	
13	PUREN	IX-053	NATO	-0,142	0,451	Madera	28,40	3,60	12	3	594	Reconst.	2	184,8	IX-053	13	
13	PUREN	IX-052	BINGUIDAHUE	-0,934	0,451	Madera	11,00	3,40	12	5	594	Reconst.	2	101,0	IX-052	13	
14	PUREN	IX-100	LAS MINAS	0,442	0,442	Madera	12,50	3,70	10	2	251	Reconst.	1	79,7	IX-100	14	
18	COLLIPULLI	IX-047	LAS TOSCAS	0,379	0,379	Madera	10,80	3,85	6	2	543	Reconst.	2	100,1	IX-047	18	
35	LAUTARO	IX-001	NIBLINTO	0,377	0,377	Madera	24,80	3,60	8	2	1098	Reconst.	2	167,5	IX-001	35	
35	LAUTARO	IX-002	MUCOBAJO	0,319	0,377	Madera	34,50	3,70	6	2	1098	Reconst.	2	214,1	IX-002	35	
17	LOS SAUCES	IX-066	QUINQUEN	0,370	0,370	Madera	36,10	3,60	6	2	756	Reconst.	2	221,8	IX-066	17	
69	LONQUIMAY	IX-097	PUNTA NEGRA 2	0,369	0,369	Madera	28,80	3,55	18	3	1516	Reconst.	2	186,7	IX-097	69	
69	LONQUIMAY	IX-096	PUNTA NEGRA 1	-0,529	0,369	Madera	28,60	3,50	18	5	1516	Reconst.	2	185,7	IX-096	69	
62	VILLARRICA	IX-024	SALVA TU ALMA	0,360	0,360	Acero	40,70	3,77	15	2	1427	Reconst.	2	244,0	IX-024	62	
9	LOS SAUCES	IX-069	MIRAFLORES	0,332	0,332	Madera	44,40	3,60	10	2	624	Reconst.	2	261,8	IX-069	9	
16	LOS SAUCES	IX-095	REÑICO	0,332	0,332	Madera	20,70	3,40	8	2	251	Reconst.	1	104,9	IX-095	16	
68	LONQUIMAY	IX-075	LOS SOLDADOS	0,309	0,309	Madera	10,00	3,35	8	3	639	Reconst.	2	96,2	IX-075	68	
68	LONQUIMAY	IX-074	MIRAFLORES	-0,229	0,309	Madera	19,70	3,90	6	4	639	Reconst.	2	142,9	IX-074	68	
7	LOS SAUCES	IX-050	HUADABA	0,307	0,307	Madera	19,90	3,60	10	2	181	Reconst.	1	102,4	IX-050	7	
10	LOS SAUCES	IX-059	NAPAÑIR	0,291	0,291	Madera	11,10	3,10	8	2	103	Reconst.	1	75,4	IX-059	10	
10	LOS SAUCES	IX-062	PELEHUITO	0,279	0,291	Madera	17,80	2,80	8	2	103	Reconst.	1	96,0	IX-062	10	
10	LOS SAUCES	IX-061	CATALINA Nº1	0,275	0,291	Madera	20,40	4,00	8	2	103	Reconst.	1	104,0	IX-061	10	
47	FREIRE	IX-035	NEGRO	0,286	0,286	Acero	20,70	3,85	8	2	755	Reconst.	2	147,7	IX-035	47	
11	LOS SAUCES	IX-060	CATALINA Nº2	0,267	0,267	Madera	28,90	3,75	8	2	103	Reconst.	1	130,1	IX-060	11	
11	LOS SAUCES	IX-058	REHUE	0,266	0,267	Madera	30,50	3,80	8	2	103	Reconst.	1	135,0	IX-058	11	
20	COLLIPULLI	IX-072	MININCO	0,261	0,261	Madera	16,30	4,30	10	2	229	Reconst.	1	91,4	IX-072	20	
40	VILLARRICA	IX-005	PEDREGOSO	0,252	0,252	Madera	16,50	3,20	-	2	293	Reconst.	1	92,0	IX-005	40	
40	VILLARRICA	IX-006	CALBUCO	-0,631	0,252	Madera	13,00	3,55	8	4	293	Reconst.	1	81,2	IX-006	40	
40	VILLARRICA	IX-004	LLAMUCO	-0,668	0,252	Acero	22,00	4,00	12	4	293	Reconst.	1	108,9	IX-004	40	
59	GORBEA	IX-020	RINCO	0,237	0,237	Acero	12,20	3,65	12	2	370	Reconst.	1	78,8	IX-020	59	
59	GORBEA	IX-019	DONGIL	0,131	0,237	Madera	44,10	4,00	12	2	370	Reconst.	1	176,8	IX-019	59	
29	CURACAUTIN	IX-087	TRAHUILCO	0,235	0,235	Madera	39,70	3,80	12	1	31	Reconst.	1	163,3	IX-087	29	
29	CURACAUTIN	IX-088	CAUTIN	-0,215	0,235	Acero	39,40	3,85	12	2	31	Reconst.	1	162,3	IX-088	29	
67	LONQUIMAY	IX-077	RUCANUCO	0,204	0,204	Madera	22,80	3,60	4	3	639	Reconst.	2	157,8	IX-077	67	
56	GORBEA	IX-015	CHARLEO	0,192	0,192	Madera	20,40	3,90	8	2	527	Reconst.	2	146,3	IX-015	56	
56	GORBEA	IX-016	LAS LUMAS	-1,112	0,192	Madera	13,20	3,90	6	5	527	Reconst.	2	111,6	IX-016	56	
49	FREIRE	IX-037	CHUCAUCO	0,188	0,188	Madera	17,50	3,97	8	2	257	Reconst.	1	95,1	IX-037	49	
49	FREIRE	IX-038	PIN FIN	-0,677	0,188	Madera	10,00	4,00	8	4	257	Reconst.	1	72,0	IX-038	49	
36	VILCUN	IX-003	QUINTRILPE	0,182	0,182	Madera	10,00	2,90	8	2	309	Reconst.	1	72,0	IX-003	36	
58	GORBEA	IX-018	PUYEHUE	0,171	0,171	Madera	32,10	4,00	10	2	621	Reconst.	2	202,6	IX-018	58	
54	PITRUFOUEN	IX-044	QUINQUE	0,144	0,144	Madera	24,80	4,12	8	2	997	Reconst.	2	167,5	IX-044	54	
53	TEODO SCHMIDT	IX-042	PUYEHUE	0,143	0,143	Madera	8,40	4,00	10	3	492	Reconst.	1	67,1	IX-042	53	
76	GORBEA	IX-105	PLANCHADO 3	0,137	0,137	Madera	6,00	2,65	12	2	147	Reconst.	1	65,9	IX-105	76	
76	GORBEA	IX-110	PLANCHADO 8	0,130	0,137	Madera	12,80	4,00	12	2	147	Reconst.	1	80,6	IX-110	76	
76	GORBEA	IX-103	PLANCHADO 1	-0,309	0,137	Madera	7,00	4,00	12	3	147	Reconst.	1	62,8	IX-103	76	
76	GORBEA	IX-108	PLANCHADO 6	-0,317	0,137	Madera	8,90	3,95	12	3	147	Reconst.	1	68,6	IX-108	76	
76	GORBEA	IX-104	PLANCHADO 2	-0,319	0,137	Madera	9,60	4,00	12	3	147	Reconst.	1	70,8	IX-104	76	
76	GORBEA	IX-107	PLANCHADO 5	-0,321	0,137	Madera	10,00	2,70	12	3	147	Reconst.	1	72,0	IX-107	76	
76	GORBEA	IX-106	PLANCHADO 4	-0,325	0,137	Madera	11,30	2,64	12	3	147	Reconst.	1	76,0	IX-106	76	
76	GORBEA	IX-109	PLANCHADO 7	-0,335	0,137	Madera	14,80	3,50	12	3	147	Reconst.	1	88,8	IX-109	76	
41	VILLARRICA	IX-007	EL TIGRE	0,134	0,134	Madera	19,50	3,75	8	2	29	Reconst.	1	101,2	IX-007	41	
37	LAUTARO	IX-090	EL TRUENO	0,123	0,123	Madera	43,80	3,55	-	2	51	Reconst.	1	175,9	IX-090	37	
57	GORBEA	IX-017	POULU 1	0,119	0,119	Madera	22,70	3,90	10	2	498	Reconst.	1	111,0</			

75	VILLARRICA	IX-025	COLLICO	-0,019	-0,019	Madera	9,60	4,04	4	3	718	Reconst.	2	94,3	IX-025	75
75	VILLARRICA	IX-026	CRUCES	-0,126	-0,019	Madera	20,00	5,70	8	3	718	Reconst.	2	144,4	IX-026	75
2	ANGOL	IX-093	PELOMENCO	-0,021	-0,021	Madera	14,10	4,20	10	2	246	Reconst.	1	84,6	IX-093	2
2	ANGOL	IX-092	LAS ANIMAS	-0,054	-0,021	Madera	24,70	4,20	15	2	246	Reconst.	1	117,2	IX-092	2
60	CUNCO	IX-029	LA BASHILLA	-0,060	-0,060	Madera	74,10	3,97	6	2	427	Reconst.	1	268,9	IX-029	60
26	CURACAUTIN	IX-081	AMANTIBUE	-0,068	-0,068	Madera	18,20	3,50	12	2	563	Reconst.	2	135,7	IX-081	26
1	RENAICO	IX-074	TOLPAN	-0,092	-0,092	Acero	93,40	3,20	10	2	229	Reconst.	1	328,2	IX-074	1
73	FUCON	IX-028	CARHUELLO	-0,100	-0,100	Madera	21,90	3,91	8	3	1504	Reconst.	2	153,5	IX-028	73
3	ANGOL	IX-086	MAILECO	-0,103	-0,103	Madera	92,00	3,60	8	2	246	Reconst.	1	323,9	IX-086	3
6	LOS SAUCES	IX-051	AGUA SANTA	-0,132	-0,132	Madera	15,50	3,80	12	3	181	Reconst.	1	88,9	IX-051	6
61	VILLARRICA	IX-022	LONG LONG	-0,136	-0,136	Madera	14,60	3,95	10	3	407	Reconst.	1	86,2	IX-022	61
48	FREIRE	IX-036	PELALES	-0,183	-0,183	Madera	15,80	3,92	8	3	576	Reconst.	2	124,1	IX-036	48
30	CURACAUTIN	IX-089	COLORADO	-0,211	-0,211	Madera	21,50	3,75	3	2	31	Reconst.	1	107,3	IX-089	30
27	CURACAUTIN	IX-082	CORCOLADO	-0,226	-0,226	Madera	13,80	3,70	8	2	23	Reconst.	1	83,7	IX-082	27
27	CURACAUTIN	IX-083	SANTARITA	-0,225	-0,225	Madera	11,70	3,80	8	3	23	Reconst.	1	77,2	IX-083	27
42	VILLARRICA	IX-009	EL SALTO	-0,313	-0,313	Madera	11,70	3,50	6	3	29	Reconst.	1	77,2	IX-009	42
42	VILLARRICA	IX-008	CHOME2	-0,362	-0,313	Madera	10,00	3,20	12	4	29	Reconst.	1	72,0	IX-008	42
55	PIRUFUEN	IX-046	MAHUIDANCHE	-0,393	-0,393	Madera	36,40	4,00	10	3	831	Reconst.	2	223,3	IX-046	55
5	ANGOL	IX-067	VEGAS BLANCAS	-0,490	-0,490	Madera	8,00	3,40	10	3	160	Reconst.	1	65,9	IX-067	5
5	ANGOL	IX-068	EL MANZANO	-0,515	-0,490	Madera	15,40	4,00	10	3	160	Reconst.	1	88,6	IX-068	5
39	VILLARRICA	IX-011	LAN2	-0,542	-0,542	Madera	8,80	3,95	8	4	525	Reconst.	2	90,5	IX-011	39
39	VILLARRICA	IX-010	LAN1	-0,638	-0,542	Madera	21,80	3,60	10	4	525	Reconst.	2	153,0	IX-010	39
64	CUNCO	IX-032	MEDINA	-0,547	-0,547	Acero	170,00	3,97	8	3	384	Reconst.	1	563,5	IX-032	64
28	CURACAUTIN	IX-084	DILLO	-0,674	-0,674	Madera	10,00	4,60	8	3	23	Reconst.	1	22,0	IX-084	28
25	VICTORIA	IX-057	HULLINLEBU	-0,986	-0,986	Madera	10,40	4,20	12	5	953	Reconst.	2	98,2	IX-057	25
43	VILLARRICA	IX-101	MALLA	-1,052	-1,052	Madera	10,00	4,00	12	5	312	Reconst.	1	72,0	IX-101	43
21	COLLIPULLI	IX-073	SANCO	-1,082	-1,082	Madera	14,40	4,20	10	5	229	Reconst.	1	85,5	IX-073	21
44	VILLARRICA	IX-102	PUELLO	-1,171	-1,171	Madera	14,50	3,50	6	5	119	Reconst.	1	85,8	IX-102	44
45	VILLARRICA	IX-031	HUICAHUE	-1,218	-1,218	Madera	33,00	3,70	10	5	36	Reconst.	1	142,7	IX-031	45
24	VICTORIA	IX-065		-1,233	-1,233	Madera	12,00	3,50	8	5	283	Reconst.	1	78,2	IX-065	24
46	CUNCO	IX-030	CODULTO	-1,440	-1,440	Madera	10,80	4,00	8	5	65	Reconst.	1	74,5	IX-030	46
32	GALVARINO	IX-045	AILLINCO	-10,000	-10,000	S.Puente				0	582	NoAction	-	0,0	IX-045	32
72	VILLARRICA	IX-023	QUEBRADA HONDA	-10,000	-10,000	Acero	18,00	3,52	12	5	613	NoAction	-	0,0	IX-023	72
													Costo Total	14748,6		

2.6.7 Plan de Inversión para la Rehabilitación

(1) Plan del Proyecto de Inversión para la IX región

La Tabla 2.18 muestra el plan del proyecto inversión de 10 años para la rehabilitación de los 110 puentes de la IX región. En la tabla, la Columna 'A' muestra el total de los índices de los puentes considerados individualmente, la Columna 'B' muestra los índices de los puentes agrupados y la Columna 'C' los costos de rehabilitación.

La tabla fue preparada siguiendo los siguientes pasos;

- 1) El costo total de rehabilitación de la IX región llega a cerca de 14.750 millones de pesos. El costo promedio anual es de: $14.750 \text{ millones de pesos} / 10 \text{ años} = 1.475 \text{ millones de pesos}$.
- 2) 78 grupos de puentes están divididos dentro del plan de inversiones de 10 años, siguiendo el orden de los índices, de manera que el costo anual parece ser posible de asumir.
- 3) Los costos de rehabilitación están calculados para cada año.

En la IX región, los índices adoptados para la asignación de 10 años es la siguiente:

	<u>Índice Total</u>
Puentes a ser rehabilitados en el 1 ^{er} año	sobre 0,720
Puentes a ser rehabilitados en el 2 ^{do} año	sobre 0,500
Puentes a ser rehabilitados en el 3 ^{er} año	sobre 0,380
Puentes a ser rehabilitados en el 4 ^{to} año	sobre 0,330
Puentes a ser rehabilitados en el 5 ^{to} año	sobre 0,250
Puentes a ser rehabilitados en el 6 ^{to} año	sobre 0,170
Puentes a ser rehabilitados en el 7 ^{mo} año	sobre 0,060
Puentes a ser rehabilitados en el 8 ^{vo} año	sobre - 0,090
Puentes a ser rehabilitados en el 9 ^{no} año	sobre - 0,490
Puentes a ser rehabilitados en el 10 ^{mo} año	bajo - 0,490

64	76	GORBEA	IX-110	PLANCHADO 8	0.120	0.133	Madera	12.80	4.00	12	2	147	Reconst.	1	80.6	IX-110	76	
65	76	GORBEA	IX-103	PLANCHADO 1	-0.309	0.133	Madera	7.00	4.00	12	3	147	Reconst.	1	62.8	IX-103	76	
66	76	GORBEA	IX-108	PLANCHADO 6	-0.317	0.133	Madera	8.90	3.95	12	3	147	Reconst.	1	68.6	IX-108	76	
67	76	GORBEA	IX-104	PLANCHADO 2	-0.319	0.133	Madera	9.60	4.00	12	3	147	Reconst.	1	70.8	IX-104	76	
68	76	GORBEA	IX-107	PLANCHADO 5	-0.321	0.133	Madera	10.00	2.70	12	3	147	Reconst.	1	72.0	IX-107	76	
69	76	GORBEA	IX-106	PLANCHADO 4	-0.323	0.133	Madera	11.30	2.84	12	3	147	Reconst.	1	76.0	IX-106	76	
70	76	GORBEA	IX-109	PLANCHADO 7	-0.335	0.133	Madera	14.80	3.50	12	3	147	Reconst.	1	86.8	IX-109	76	
71	41	VII LARRICA	IX-007	H. TIGRE	0.134	0.134	Madera	19.50	3.75	8	2	29	Reconst.	1	101.2	IX-007	41	
72	37	LAUTARO	IX-090	H. TRUENO	0.123	0.123	Madera	43.80	3.55	-	2	51	Reconst.	1	175.9	IX-090	37	
73	57	GORBEA	IX-017	POULU 1	0.119	0.119	Madera	22.70	3.90	10	2	198	Reconst.	1	111.0	IX-017	57	
74	50	NUOVA IMPERIA	IX-039	BOROA	0.085	0.085	Madera	13.90	3.75	12	3	588	Reconst.	2	124.6	IX-039	50	
75	78	VILCUN	IX-011	PUMALAI	0.060	0.060	Madera	32.20	4.20	2	2	180	Reconst.	1	149.2	IX-011	78	
					Índice por sobre		0.060						Sub-Total		1471.0	millones pesos		
8vo Año: 2005																		
76	23	VICTORIA	IX-080	DUMO	0.013	0.013	Madera	32.90	3.97	12	2	149	Reconst.	1	142.4	IX-080	23	
77	15	LOS SAUCES	IX-055	RANQUILLO	0.008	0.008	Madera	15.30	3.60	10	3	669	Reconst.	2	121.7	IX-055	15	
78	75	VII LARRICA	IX-025	COLIJO	-0.019	-0.019	Madera	9.60	4.04	4	3	718	Reconst.	2	94.3	IX-025	75	
79	75	VII LARRICA	IX-026	CRUCES	-0.126	-0.019	Madera	20.00	5.70	8	3	718	Reconst.	2	141.4	IX-026	75	
80	2	ANGOL	IX-093	PEJ LOMENCO	-0.021	-0.021	Madera	14.10	4.20	10	2	246	Reconst.	1	84.6	IX-093	2	
81	2	ANGOL	IX-092	IAS ANIMAS	-0.054	-0.021	Madera	24.70	4.20	15	2	246	Reconst.	1	117.2	IX-092	2	
82	60	CUNCO	IX-029	LA BASTILLA	-0.060	-0.060	Madera	74.10	3.97	6	2	427	Reconst.	1	268.9	IX-029	60	
83	26	CURACAUTIN	IX-081	AMANTIBIE	-0.068	-0.068	Madera	18.20	3.50	12	2	563	Reconst.	2	135.7	IX-081	26	
84	1	RINARCO	IX-074	LOIPAN	-0.092	-0.092	Acero	93.40	3.20	10	2	229	Reconst.	1	328.2	IX-074	1	
					Índice por sobre		-0.090						Sub-Total		1437.4	millones pesos		
9vo Año: 2006																		
85	33	PUNCON	IX-028	CARHUILLLO	-0.100	-0.100	Madera	21.90	3.91	8	3	1504	Reconst.	2	153.5	IX-028	33	
86	3	ANGOL	IX-086	MAILECO	-0.103	-0.103	Madera	92.00	3.60	8	2	246	Reconst.	1	323.9	IX-086	3	
87	6	LOS SAUCES	IX-051	AGUA SANTA	-0.132	-0.132	Madera	15.50	3.80	12	3	181	Reconst.	1	88.9	IX-051	6	
88	61	VII LARRICA	IX-022	TONG LONG	-0.136	-0.136	Madera	14.60	3.95	10	3	407	Reconst.	1	56.2	IX-022	61	
89	48	PIRE	IX-036	PELAFES	-0.183	-0.183	Madera	15.80	3.92	8	3	576	Reconst.	2	124.1	IX-036	48	
90	30	CURACAUTIN	IX-089	COLORADO	-0.211	-0.211	Madera	21.50	3.75	3	2	31	Reconst.	1	107.3	IX-089	30	
91	27	CURACAUTIN	IX-082	CORCOUDO	-0.226	-0.226	Madera	13.80	3.70	8	2	23	Reconst.	1	83.7	IX-082	27	
92	27	CURACAUTIN	IX-083	SANTA RITA	-0.226	-0.226	Madera	11.70	3.80	8	3	23	Reconst.	1	77.2	IX-083	27	
93	42	VII LARRICA	IX-009	H. SAITO	-0.313	-0.313	Madera	11.70	3.50	6	3	29	Reconst.	1	77.2	IX-009	42	
94	42	VII LARRICA	IX-008	CHOME 2	-0.262	-0.313	Madera	10.00	3.20	12	4	29	Reconst.	1	72.0	IX-008	42	
95	55	PIRUTQUIN	IX-046	MAHUIDANCHE	-0.393	-0.393	Madera	36.40	4.00	10	3	851	Reconst.	2	223.3	IX-046	55	
96	5	ANGOL	IX-067	VEGAS BLANCAS	-0.490	-0.490	Madera	8.00	3.40	10	3	160	Reconst.	1	65.9	IX-067	5	
97	5	ANGOL	IX-068	H. MANZANO	-0.515	-0.490	Madera	15.40	4.00	10	3	160	Reconst.	1	88.6	IX-068	5	
					Índice por sobre		-0.490						Sub-Total		1571.8	millones pesos		
10mo Año: 2007																		
98	39	VII LARRICA	IX-011	LANS 2	-0.542	-0.542	Madera	8.80	3.95	8	4	525	Reconst.	2	90.5	IX-011	39	
99	39	VII LARRICA	IX-010	LANS 1	-0.638	-0.542	Madera	21.80	3.60	10	4	525	Reconst.	2	133.0	IX-010	39	
100	64	CUNCO	IX-032	MEDINA	-0.547	-0.547	Acero	170.00	3.97	8	3	384	Reconst.	1	563.5	IX-032	64	
101	28	CURACAUTIN	IX-084	DIFLO	-0.674	-0.674	Madera	10.00	4.60	8	3	23	Reconst.	1	72.0	IX-084	28	
102	25	VICTORIA	IX-037	HUJINJIBU	-0.986	-0.986	Madera	10.40	4.20	12	5	953	Reconst.	2	98.2	IX-037	25	
103	43	VII LARRICA	IX-101	MALLA	-1.052	-1.052	Madera	10.00	4.00	12	5	312	Reconst.	1	72.0	IX-101	43	
104	21	COLJUPILLI	IX-073	NANCO	-1.082	-1.082	Madera	14.40	4.20	10	5	229	Reconst.	1	85.5	IX-073	21	
105	44	VII LARRICA	IX-102	PULLLO	-1.171	-1.171	Madera	14.50	3.50	6	5	119	Reconst.	1	85.8	IX-102	44	
106	45	VII LARRICA	IX-031	HUCAHUE	-1.218	-1.218	Madera	33.00	3.70	10	5	36	Reconst.	1	142.7	IX-031	45	
107	24	VICTORIA	IX-065	-	-1.233	-1.233	Madera	12.00	3.50	8	5	283	Reconst.	1	78.2	IX-065	24	
108	46	CUNCO	IX-030	COBULTO	-1.440	-1.440	Madera	10.50	4.00	8	5	65	Reconst.	1	74.5	IX-030	46	
					Índice por sobre		-1.440						Sub-Total		1515.9	millones pesos		
														Costo Total		14748.6	millones pesos	
Ninguna Acción																		
109	42	GALVARINO	IX-045	AH FINCO	-10.000	-10.000	Puente N°	-	-	-	0	562	N/Acción	-	0.0	IX-045	32	
110	72	VII LARRICA	IX-023	QUEBRADA HONDI	-10.000	-10.000	Acero	18.00	3.52	12	5	613	N/Acción	-	0.0	IX-023	72	

(2) Plan del Proyecto de Inversiones para el País

Basados en el costo total para la IX región, la escala de la inversión total del país puede ser estimada como sigue:

- 1) El costo promedio de un puente en la IX región es de: $14.750 / 110$ puentes = 134 millones de pesos/puente
- 2) El monto de la inversión total para la rehabilitación de los 1.000 puentes será de: 1.000 puentes x 134 millones pesos/puente = 134.000 millones de pesos.
- 3) Por lo tanto, el monto de inversión anual es de: 134.000 millones pesos/10 años = 13.400 millones de pesos.

Basados en la estimación anterior, la **Tabla 2.19** muestra un formulario de ejemplo que indica el plan del proyecto de inversiones para todas las regiones.

A pesar de que la inversión total para el país puede ser determinado por el MOP después que éste halla completado la recolección de los datos de todas las regiones, se puede asumir que tentativamente el monto anual de inversiones para la rehabilitación de 1000 puentes del país, alcanza cifras manejables por el MOP. Esto porque, la escala del presupuesto del MOP destinados a caminos y carreteras entre 1994 y 1995 fluctuó entre los 180.000 a 200.000 millones de pesos, y la cifra estimada anteriormente fue de 13.400 millones de pesos es sólo el 7 % de este presupuesto.

Tabla 2.19 Plan del Proyecto de Inversiones de 10 Años del País

Primer Plan de 5 años									
		Regiones I -VIII		Región IX (Modelo)		Región X -XII y RM		Total	
Año	Indicador	Nº Puente	Mill.Pesos	Nº Puente	Mill.Pesos	Nº Puente	Mill.Pesos	Nº Puente	Mill.Pesos
1er Año	sobre 0.000			7	1.488				13,400
2do Año	sobre 0.000			11	1.427				13,400
3ro Año	sobre 0.000			10	1.409				13,400
4to Año	sobre 0.000			7	1.482				13,400
5to Año	sobre 0.000			14	1.508				13,400
Sub-Total				49	7.314				70,500
Segundo Plan de 5 años									
6to Año	sobre 0.000			11	1.439				13,400
7mo Año	sobre 0.000			15	1.471				13,400
8vo Año	sobre 0.000			9	1.437				13,400
9no Año	sobre 0.000			13	1.572				13,400
10mo Año	bajo 0.000			11	1.516				13,400
Sub-Total				59	7.435				67,000
Total				108	14.750			1000	134,000
Ninguna Acción				2					

2.6.8 Evaluación de la Factibilidad de la Inversión

El costo total para el plan de mejoramiento (110 puentes) de 10 años en la IX región llega a los 14.750 millones de pesos Chilenos. Para este monto, se hicieron evaluaciones estimativas de la factibilidad de la inversión mediante la tasa interna de retorno (TIR); sin embargo, se encontraron problemas con la estimación de los beneficios del proyecto como los que se mencionan a continuación siendo su dependencia una materia cuestionable.

- No fue posible averiguar los datos respecto de los caminos de desvío, distancia, y las condiciones del camino, necesarios para el cálculo de los beneficios al ahorrar tiempo y costos de operación. Los caminos fueron excluidos de este Estudio por el aspecto del costo-eficiencia, ya que había un gran número de puentes rurales de dimensiones menores; por lo tanto, los puentes se transformaron en el único punto focal de investigación. Como la longitud total de los puentes en la IX región fue de sólo 2,64 Kilómetros, calcular los ahorros en tiempo y costos de operación considerando solamente a los puentes habrían resultado cifras insignificantes. Además, como el volumen de tránsito rural es pequeño, la productividad adicional ahorrada en tiempo no es grande.
- En el caso del reemplazo de un puente de madera por un puente permanente de hormigón, los costos de mantenimiento de los puentes de madera no están considerados produciéndose un ahorro de capital. En el caso de que el puente no sea reemplazado, se asumió que el mismo tipo de puente es reconstruido cada 10 años. Sin embargo, mientras mayor es el costo de un puente de madera, mayores son los beneficios; por lo tanto la TIR fluctúa considerablemente.

Es por lo tanto difícil evaluar la factibilidad de la inversión para el mejoramiento de puentes rurales mediante un análisis económico, pero como una parte del camino es mejorada como resultado de algún proyecto, los nueve efectos socioeconómicos como los mencionados en "2. Método de Valoración de la Prioridad de Rehabilitación" pueden ser esperados. Tales efectos que incluyen la reducción de la pobreza y la rectificación del ingreso regional no balanceado, son objetivos de las políticas del gobierno Chileno. Los caminos son una infraestructura pública fundamental utilizada por la población local, y cuando su no es posible, los efectos desfavorables se vuelcan sobre la economía y la vida de los habitantes locales. En vista de las políticas sociales, el MOP ha reconstruido los puentes de madera deteriorados y peligrosos en ciclos de cinco o diez años. Sin embargo, debido a las alzas en los costos de los puentes madera y al aumento de vehículos pesados en años recientes, se ha decidido que todos los puentes sean reemplazados con puentes de hormigón permanentes. Esta decisión fue tomada sobre la base del juicio de que los puentes de hormigón tienen una mayor ventaja en aspectos técnicos y económicos en lo que respecta a su mantenimiento.

2.7 ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DE PUENTES

2.7.1 Generalidades

El estudio del mantenimiento de los puentes y el sistema administrativo está generalmente dividido en las siguientes dos partes:

- a. Situación presente del Mantenimiento y Administración de Puentes
 - Organización y Disposición Administrativa.
 - Transporte Actual en Caminos, y Estado del Mantenimiento de Puentes Existentes
- b. Descubrimientos y Recomendaciones

2.7.2 Situación Presente del Mantenimiento y Administración de Puentes

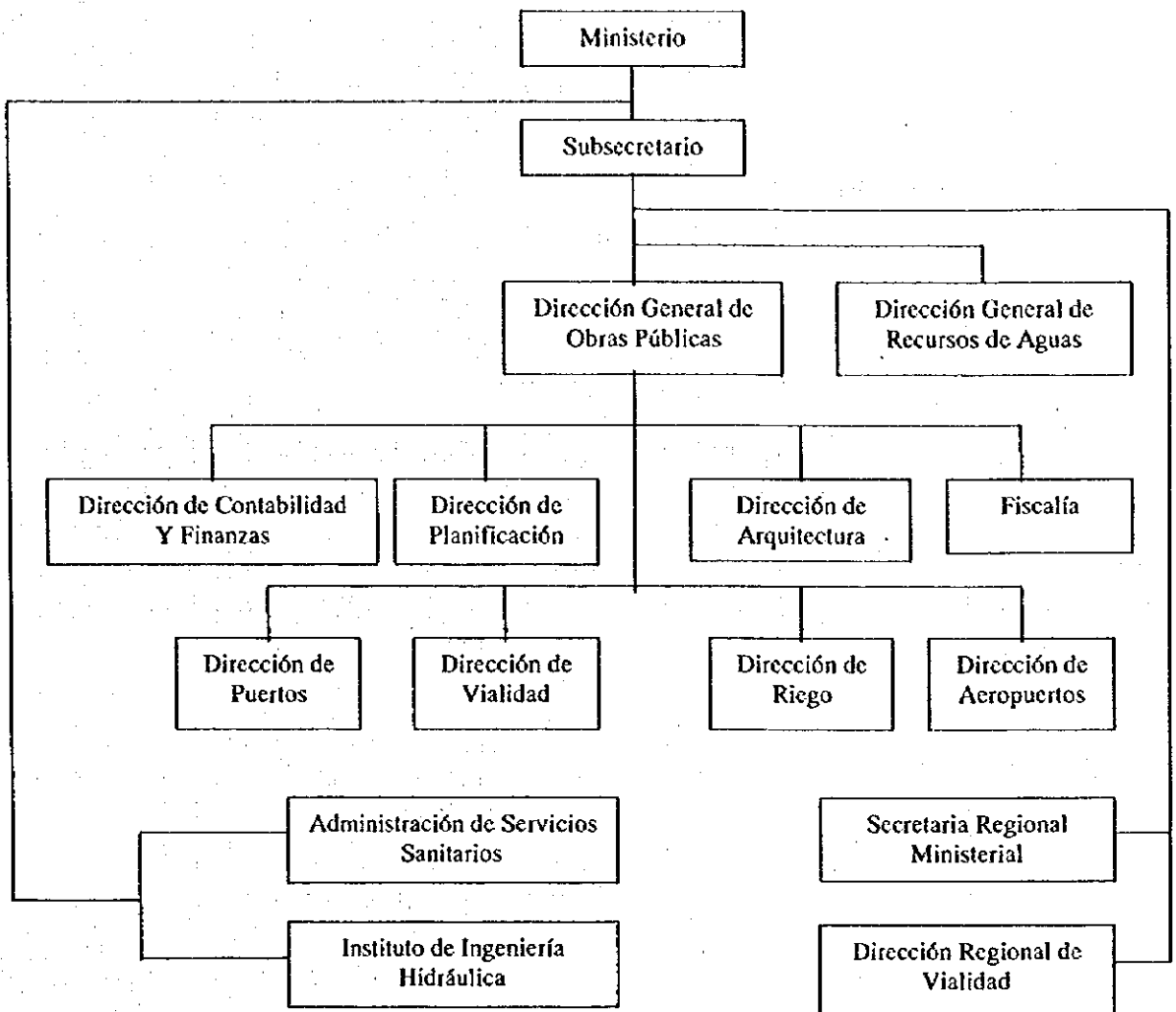
(1) Organización del MOP (Ministerio de Obras Públicas)

El organigrama del Ministerio de Obras Públicas se muestra en la **Figura 2.14** respectivamente. Como se ve en la figura, el MOP tiene dos direcciones generales, una de obras públicas y la otra de recursos hídricos. La Dirección de Vialidad está bajo el control de la Dirección General de Obras Públicas en conjunto con otras siete (7) direcciones.

(2) Dirección de Vialidad

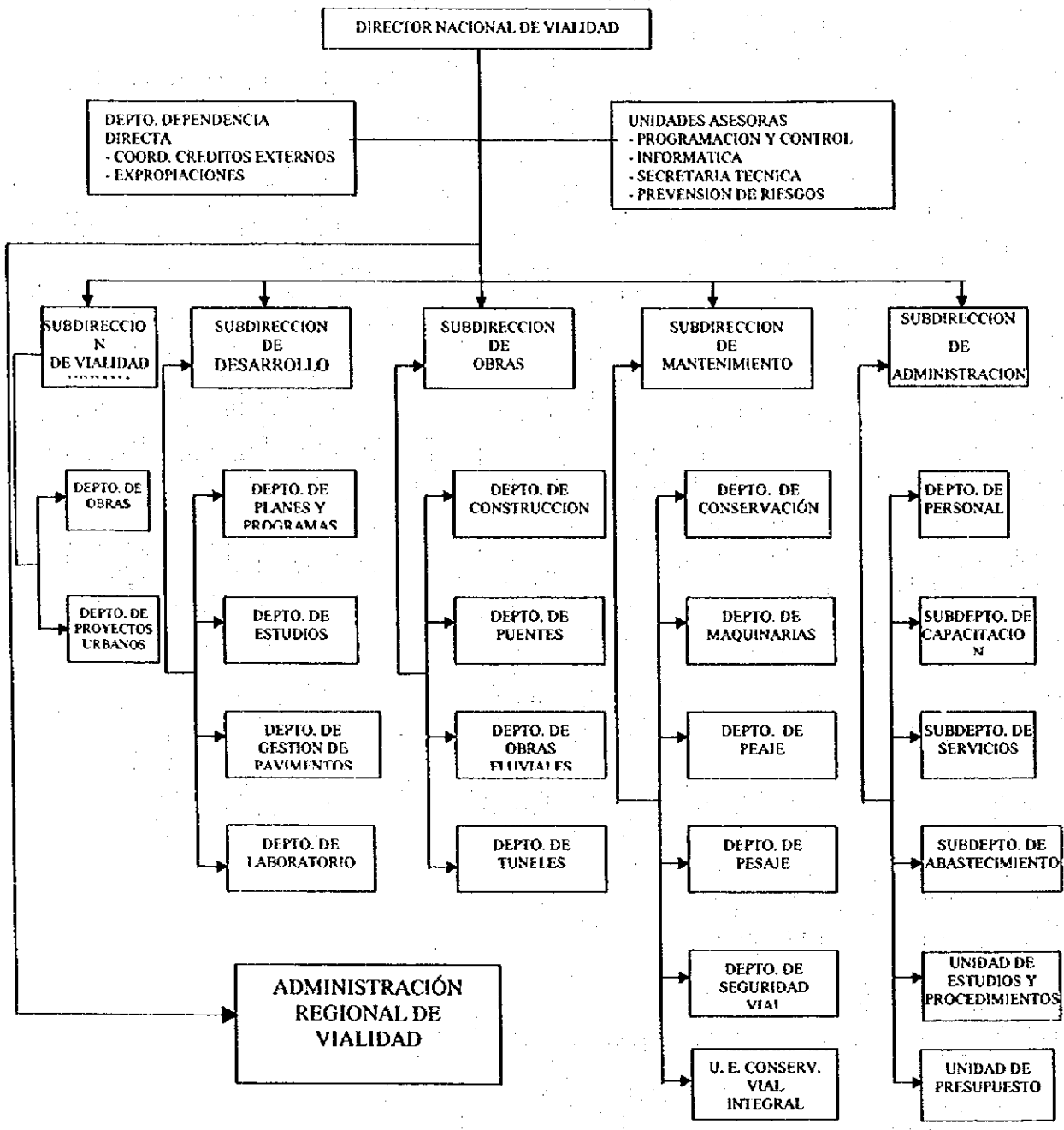
1) Organización y Administración

El organigrama de la Dirección de Vialidad (en adelante denominado como "DV") se muestra en la **Figura 2.15**. La DV es la agencia gubernamental responsable de la planeación, construcción, mantenimiento y operación de las carreteras estatales del país y de los caminos provinciales (la longitud total de caminos para 1995 fue de 79.330 km.).



Fuente: Ministerio de Obras Públicas, 1997

Figura 2.14 Organigrama del MOP (Ministerio de Obras Públicas)



Fuente: Ministerio de Obras Públicas

Figura 2.15 Organigrama de la Dirección de Vialidad

Como se aprecia en la **Figura 2.15**, hay cinco (5) Sub-Direcciones que se encargan de las carreteras urbanas, desarrollo carretero, construcción, mantenimiento y administración, bajo la Dirección Nacional de Vialidad. El Departamento de Puentes, bajo la Sub-Dirección de Construcción, y el Departamento de Preservación, bajo la Sub-Dirección de Mantenimiento, son los organismos directamente responsables de la construcción, mantenimiento y manejo de los puentes carreteros.

Como se ve en la **Figura 2.14** la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) está presente en las trece regiones del país. Los principales objetivos de la Secretaría Regional Ministerial son:

- Coordinación, manejo e inspección de las obras públicas a nivel regional;
- Aprobación del programa regional de conservación y mantenimiento; y
- Planeación del programa de desarrollo a nivel regional.

Además, la DV está organizada en niveles de administración en las provincias, ciudades, pueblos, y todas ellas están directamente conectadas con la DV central del M.O.P.

2) Personal.

La DV tiene en total de 4.273 personas, siendo el mayor número entre las ocho (8) direcciones y la dirección general de obras públicas. La **Tabla 2.20** muestra el número del staff de la Dirección General de Obras Públicas, y la **Tabla 2.21** muestra el número de ingenieros.

Tabla 2.20 Número del Staff en la Dirección General de Obras Públicas.

Dirección	Número de Personal
Vialidad (DV)	4.273
Arquitectura	395
Puentes	208
Riego	424
Aeropuertos	173
Contabilidad y Finanzas	411
Planeación	147
Inspección	54
Dirección General de Obras Públicas	532
Total	6.617

Fuente : Ministerio de Obras Públicas, 1995

Tabla 2.21 Número de Ingenieros por Dirección/Dirección General

Dirección / Dirección General	Arquitectos	Geografos	Ingenieros *	Ingenieros **	Ejecución	Otros ***	Total
Vialidad	5	6	221	202	119	98	651
Arquitectura	89	0	60	2	2	24	177
Puertos	0	0	12	26	5	7	50
Riego	0	3	20	43	4	24	94
Aeropuertos	7	0	11	15	6	6	45
Contabilidad y Finanzas	0	0	0	1	6	9	16
Planeación	7	1	7	24	5	6	50
Inspección	0	0	0	0	0	0	0
Dirección General de Obras Públicas	4	0	3	10	0	5	22
Total	112	10	334	323	147	179	1.105

Fuente : Ministerio de Obras Públicas.

Notas : * Graduados de Institutos Técnicos (Constructor Civil, CC).

** Graduados de Universidad (Ingeniero, Ing.).

*** Graduado de Universidad o Instituto técnico.

(3) Transporte Actual en Caminos.

1) Red de Caminos.

La razón de densidad de caminos en el país es de 0.11 km/km², que es un valor considerable comparado con otros países vecinos. Las condiciones de la superficie de la red vial en el ámbito nacional se muestran en la Tabla 2.22. Debido a estas circunstancias, actualmente la principal atención se centra en el mejoramiento de las infraestructuras de los caminos, es decir, ensanche y pavimentación de los caminos, y mejoramiento los puentes.

Tabla 2.22 Condiciones de los Caminos en Chile.

Clase	Hormigón		Asfalto		Grava		Tierra		Km. Total	
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
Red Básica	2.990	92,0	8.568	92,4	9.267	25,7	1.897	6,2	22.932	28,9
Caminos Nacionales A	1.868	57,5	3.057	33,0	1.033	2,9	0	0,0	6.051	7,6
Caminos Primarios Regionales B	763	23,5	3.544	38,2	2.570	7,1	288	0,9	7.234	9,1
Caminos Secundarios Regionales C	359	11,0	1.967	21,2	5.664	15,7	1.609	5,3	9.647	12,2
Red Comunal	260	8,0	707	7,6	26.789	74,3	28.552	93,8	56.398	71,1
Caminos Comunales Primarios D	205	6,3	487	5,3	13.594	37,7	9.970	32,7	24.305	30,6
Caminos Comunales Secundarios E	55	1,7	220	2,4	13.195	36,6	18.582	61,0	32.093	40,5
Total por Tipo de Pavimento	3.250	100,0	9.275	100,0	36.056	100,0	30.449	100,0	79.330	100,0
% por Tipo de Pavimento		4,1		11,7		45,5		38,4		100,0

Fuente : Ministerio de Obras Públicas.

2) Tránsito.

La división del volumen de tránsito por categoría de camino se muestra en la **Tabla 2.23**. La tabla muestra los caminos regionales y locales, los que comparten aproximadamente un 36%.

Tabla 2.23 Distribución del Volumen de Tránsito por Categoría del Camino.

Designación	Categoría del Camino		Distribución (%)
Red Principal	Camino Nacional	A	63,4
	Camino Regional		
	Primario	B	15,9
	Secundario	C	10,4
Red Ordinaria	Camino Local		
	Primario	D	6,9
	Secundario	E	3,4
Total			100,0

Fuente : Ministerio de Obras Públicas.

La distribución del transporte en los caminos para el transporte de carga en caminos nacionales es de 66%, siendo el siguiente por Ferrocarriles con un 22%. Estas distribuciones ha cambiado año a año, sin embargo esto no significa que el nivel de transporte del sector vial disminuya en el futuro.

3) Número de Vehículos Registrados

En la **Tabla 2.24** se muestran las tendencias de las distribuciones del número de vehículos registrados. La tabla muestra el incremento cuyo valor promedio en los últimos 5 años (1991-1996) es de aproximadamente un 8,0%.

Tabla 2.24 Número de Vehículos Registrados

(Vehículos en Operación)

Año	Automóviles	Camiones	Buses	Total
1991	858.420	323.233	24.008	1.205.661
1992	922.225	361.704	26.146	1.310.075
1993	995.017	401.273	29.547	1.425.837
1994	1.008.110	418.392	32.620	1.459.122
1995	1.125.954	458.687	37.592	1.622.233
1996	1.219.978	499.362	47.215	1.766.555

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas

4) Desarrollo Vial y Mantenimiento

El Gobierno de Chile ha dado importancia al desarrollo y mantenimiento de los caminos. Como se ve en la **Tabla 2.25**, el presupuesto de la DV respecto del presupuesto total del Ministerio de Obras Públicas, alcanzó el 76% en 1995. El segundo plan de desarrollo de 5 años, que comenzó en 1990, puso énfasis en el mantenimiento de caminos como se muestra en la **Figura 2.16**

Tabla 2.25 Presupuesto del MOP (1990 -1995)

Agencia	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Dirección de Vialidad	91.500.154	111.076.911	129.730.084	150.676.880	188.380.955	198.744.633
Dirección de Arquitectura	24.411.541	4.555.415	2.764.434	2.365.551	2.223.464	2.338.887
Dirección de Puertos	1.480.714	6.967.260	9.422.029	13.142.395	13.482.154	16.730.240
Dirección de Riego	872.372	4.098.953	11.211.534	15.577.009	17.792.093	15.703.785
Dirección de Aeropuertos	2.225.925	2.790.283	2.332.543	2.805.047	4.541.896	5.308.299
Concesiones	0	0	0	0	0	11.757.936
Subsecretaría	129.342	168.584	1.034.128	882.512	475.227	398.021
Dirección general de Obras de Aguas	701.650	782.866	938.434	1.084.236	1.378.998	1.698.580
Instituto de Ingeniería Hidráulica	1.506	0	44.423	44.825	28.529	49.962
Dirección de Contabilidad y Finanzas, Planeación e Inspección	58.491	155.672	417.918	1.042.099	2.761.026	7.769.785
Superintendencia	71.587	181.504	226.006	144.412	298.614	610.525
Total	121.453.282	130.777.448	158.121.533	187.764.966	231.362.956	261.110.653

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, 1995

Las políticas del Gobierno concernientes al desarrollo vial y su mantenimiento son en otras:

- Mantenimiento y mejoramiento de las redes viales regionales y locales, de manera de estimular las actividades económicas en las áreas de desarrollo estratégicas.
- Participación del sector privado para complementar el presupuesto que el Gobierno entrega al desarrollo vial, y;
- Intensificación del control del peso por eje, proveyendo de un número adicional de plazas permanentes de pesaje, de manera de evitar un daño excesivo del pavimento.

Millones de pesos

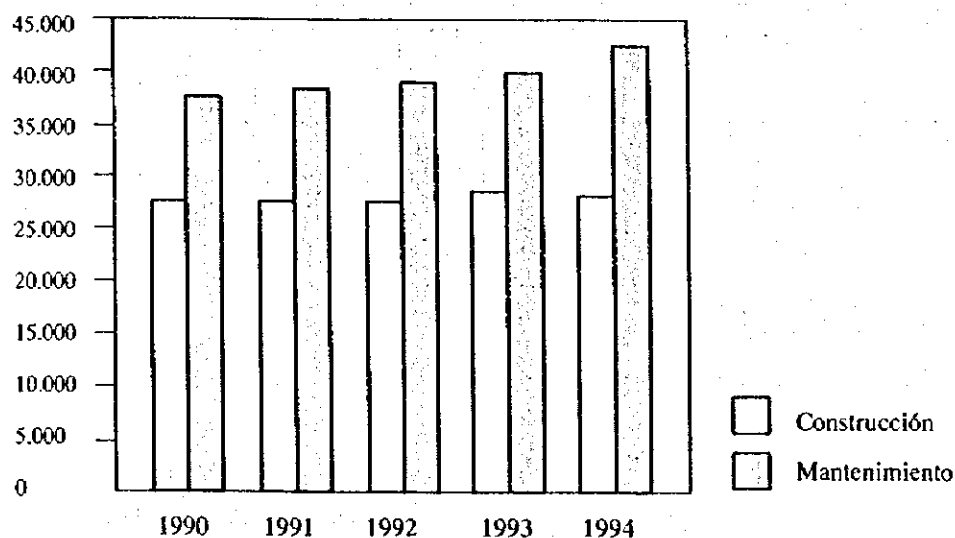


Figura 2.16 Presupuesto del Segundo Plan de Desarrollo de 5 años para la Construcción y Mantenimiento de Caminos.

(4) Estados de los Puentes Existentes

1) Situación Geográfica y Climática de Chile

La geografía de Chile es compleja y de una variedad extraordinaria. En el norte se tiene el desierto de Atacama; hacia el oeste se encuentra el Océano Pacífico; hacia el este limita con la cadena montañosa de Los Andes, con alturas que llegan a los 7.000 m sobre el nivel del mar; y hacia el sur, el Mar de Drake y la Antártica.

Las condiciones de terreno tienen tres condiciones claramente definidas; hacia el este se extiende las montañas de Los Andes; hacia el oeste se extiende una larga cadena de montañas costeras (cordillera de la costa), y las depresiones o tierras llanas entre estas dos cadenas montañosas.

La significativa variedad de climas en Chile se debe principalmente a cuatro factores, que son: la latitud, la acción del mar, las condiciones del terreno y los vientos del este.

En Chile las temperaturas descienden gradualmente hacia el sur. El tipo de clima desértico prevalece desde Arica hasta la Serena. En la costa de Arica la temperatura media anual es de 18° C con 0mm de precipitaciones.

Desde la Serena hasta el norte de Santiago, el clima árido es similar a las estepas cálidas, con un ligero descenso de la temperatura y de ocasionales lluvias invernales que permiten la existencia de vegetación, que consisten principalmente de arbustos bajos.

Desde Santiago hasta Concepción, prevalece el clima mediterráneo, con veranos secos, lluvias que fluctúan entre los 340 mm a los 1.200 mm y con temperaturas medias que están entre los 14° C y los 15° C.

Al sur de la ciudad de Concepción, las temperaturas decrecen gradualmente y las precipitaciones se incrementan excediendo los 2.500 mm en Puerto Montt.

Más hacia el Sur, en el paralelo 47° S, el clima es marítimo, con lluvia más abundantes y temperaturas moderadas debido a la influencia del mar; altos volcanes cercanos a la costa están cubiertos con nieves eternas.

2) Problemas Generales del Mantenimiento de Puentes

Un apropiado desarrollo de los puentes y su mantenimiento no ha sido realizado debido a la falta de presupuesto nacional por cerca de 30 años. Los siguientes son los principales problemas del mantenimiento de puentes en el país:

Alrededor de la mitad de los puentes existentes están utilizando madera como losa del puente, y cerca del 20% del total son construcciones de madera (puentes del tipo provisorios o semi-provisorios);

- Cerca de la mitad de los puentes existentes utilizan madera para la calzada del puente y alrededor del 20 % son completamente de madera;
- Hay muchos puentes viejos que poseen una capacidad de carga baja;
- La socavación amenaza las fundaciones del puente (estribos y cepas), es otro problema que refleja las severas características geográficas de Chile; y
- La distribución de los puentes es bastante diferente por región, un cuidadoso mantenimiento de puentes es necesaria considerando características de cada región.

3) Características Generales de los Puentes Existentes

Existen cerca de 8.000 puentes, que en total suman una longitud aproximada de 180.000 metros. La distribución de puentes por regiones se muestra en la **Tabla 2.26**. Cuando se examinaron los materiales de construcción de los puentes existentes, cerca de la mitad de los puentes Chilenos utilizan elementos de madera como se muestra en la **Tabla 2.27**.

Las regiones VII, VIII, IX y X ocupan aproximadamente el 70 % del total de la longitud nacional de puentes. Por otra parte, la distribución de los puentes es mucho menor en la zona norte, entre las regiones I, II y III comparten sólo el 1,6%, reflejando las condiciones geográficas y climáticas del área.

Tabla 2.26 Distribución Estimada de Puentes Existentes por Región

Región	Largo Total del Puente (m)	Porcentaje (%)
I	970	0,54
II	360	0,20
III	1.529	0,85
IV	8.429	4,68
V	11.716	6,51
RM	11.420	6,34
VI	11.923	6,62
VII	23.810	13,23
VIII	31.832	17,68
IX	28.449	15,81
X	40.368	22,43
XI	5.687	3,16
XII	3.507	1,95
Total	180.000	100,0

Fuente: Dirección de Vialidad, MOP.

Tabla 2.27 Puentes Existentes por Tipo de Construcción

Tipo de Construcción	Número de Puentes	Longitud de Puentes (m)	Proporción por Longitud de puente (%)
HHH	1.789	70.200	39,0
HAH	731	23.040	12,8
HAM	1.481	26.460	14,7
HMM	1.150	14.760	8,2
AMM	610	10.440	5,8
MMM	2.237	35.100	19,5
Total	7.998	180.000	100,0

Fuente: Dirección de Vialidad, MOP

Nota: El tipo de construcción esta clasificada como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de Construcción	Materiales		
	Infraestructura	Vigas	Tablero o Losa
HHH	Hormigón	Hormigón	Hormigón
HAH	Hormigón	Acero	Hormigón
HAM	Hormigón	Acero	Madera
HMM	Hormigón	Madera	Madera
AMM	Acero	Madera	Madera
MMM	Madera	Madera	Madera

De la Tabla 2.27 se encuentra que:

- El tipo de puente permanente (HHH + HAH) ocupa sólo el 52% de la longitud total de puentes;
- Los puentes que adoptan la infraestructura de hormigón tienen cerca de un 75% de la longitud total de puentes; y

- La madera es ampliamente usada para los tableros de los puentes y todos los puentes de madera (MMM) aún existentes son de alrededor de un 20%.

Las condiciones de las estructuras de los puentes han cambiado de año en año. La **Tabla 2.28** es el resumen indicativo de las condiciones estructurales de los puentes existentes.

Tabla 2.28 Condiciones Estructurales de los Puentes Existentes

Condición Estructural	Participación en la Longitud Total de Puentes (%)	Observaciones
Buena	20	* Tipos de construcción de HHH y HAH * Puede ser necesario una rehabilitación o reparación menor
Regular	35	* Tipos de construcción de HAM, HMM AMM y MMM * En regulares condiciones, pero es necesario algún grado de reparación/reemplazo.
Deficiente/Malo	45	* Carece de suficiente capacidad de carga * Serios deterioros en la estructura del puente (excesivamente viejos) * Es necesario reparaciones mayores o reemplazo por un nuevo puente.

Fuente: Dirección de Vialidad, MOP

2.7.3 Descubrimientos y Recomendaciones

(1) Descubrimientos Importantes

1) Necesidad de Reconstrucción y Reemplazo de Puentes de acuerdo al MOP.

Según lo informado por el MOP, hay alrededor de 3.600 puentes en condiciones críticas, los cuales sufren de:

- Severo deterioro de las estructuras debido a su antigüedad, que están por sobre sus vidas útiles;
- Falta de capacidad de carga lo que provoca severas limitaciones (cargas de diseños demasiado bajas); y
- Existencia de muchos puentes de madera.

Las condiciones antes mencionadas fueron identificadas en la IX Región y en las regiones vecinas por el Equipo de Estudio a través de la inspección de los puentes. Se encontró que la reutilización de los puentes existentes mediante reparaciones parece no ser una solución práctica desde el punto de vista técnico y económico, los puentes obsoletos y deficientes necesitan ser reemplazados con nuevas estructuras.

Debido a estas circunstancias, es urgente comenzar un programa nacional de reemplazo de puentes, puesto que la red vial de caminos regionales del país enfrentará dificultades a menos que el problema de los puentes sea resuelto.

2) Costo del Proyecto para el Reemplazó de Puentes

Los resultados del estudio del plan de rehabilitación de puentes (ver **Capítulo 2.6.7**) reveló que el costo de reemplazo para los 110 puentes con un largo total de 2.640 m en la IX Región era cerca de 14.750 millones de pesos (alrededor de 36 millones de dólares) basando en los precios de 1997. El Departamento de Puentes está considerando ahora el programa nacional de reemplazo puentes para 1.000 puentes seleccionados. Por lo tanto, la magnitud total del costo para 1.000 puentes será aproximadamente de 134.000 millones de pesos (US\$ 327 millones).

Los costos de proyectos normalmente consisten de costos de construcción, contingencias físicas (10%), servicios de diseño y supervisión de construcción (10%) e alza de precios. La Tabla 2.29 muestra un resumen de las magnitudes de los costos del programa nacional de reemplazo de puentes (estimación provisional), basados en el programa de 10 años.

Tabla 2.29 Resumen de los Costos del Proyecto del Programa de Reemplazo de Puentes

Categoría	Costos	
	en Mill. Pesos	En Mill. US\$
Construcción (precios de 1997)	134.000	326,8
Contingencias Físicas (10%)	13.400	32,7
Diseño y Supervisión (10%)	14.700	35,8
Alza Permitidas basadas En el Programa de 10 años (8% por año) *	91.500	223,2
Total	253.600	618,5

Nota: (*) El proyecto comienza en 1998 y termina en el 2007.

El costo del programa de reemplazo, no incluye los costos de reparación de los puentes, los cuales requerirán de trabajos de mantenimiento hasta que el programa se haya completado.

3) Costo de Reparación de Puentes

Como se mencionó anteriormente la reparación de los puentes requerirá de por lo menos de aquellos puentes que están programados en el segundo programa de 5 años de reemplazo de puentes, referirse al **Capítulo 2.6.1**.

El total de reparación para los 110 puentes de la IX región es de alrededor de 130 millones de pesos (cerca de 0.3 millones de US dólares). Este costo de reparación es menor comparado con el costo de reemplazo de puentes (cerca del 1,0% del costo estimado para el reemplazo de puentes).

Es ventajoso ejecutar los trabajos de reparación tan pronto como sea posible, antes de que los daños se vuelvan serios. Los trabajos de reparación pueden ser aplicados sólo para cerca del 50% de los 1.000 puentes, ya que los puentes seleccionados para el primer programa de 5 años podrían ser omitidos, si el programa comenzare en un plazo cercano.

Basados en el estudio de la IX región, el costo de reparaciones total nacional puede ser estimado aproximadamente 600 millones de pesos (US\$ 1.4 millones), pero ciertas tolerancias deben ser agregadas debido a:

- La inspección y trabajo de diseño;
- La supervisión de los trabajos de reparación;
- Los trabajos de protección de las riberas y en contra de las socavaciones; y
- Contingencias y alza de precios.

(2) Recomendaciones

- 1) Los trabajos de reparación para aquellos puentes programados en el segundo programa de 5 años deberían ser comenzar tempranamente.
- 2) Un mantenimiento preventivo debería con los suficientes recursos financieros.
- 3) El costo y porcentaje de las actividades para los trabajo de reparación de los puentes deberían ser reducidas excepto para las reparaciones menores y de emergencia que requieran una rápida respuesta.
- 4) La unidad de administración de puentes debería ser establecida en el Departamento de Puentes para:
 - Mejorar el nivel del servicio de mantenimiento
 - Controlar el inventario de puentes e inspecciones; y
 - Planificar y ejecutar el programa de mantenimiento.

La sección de mantenimiento de puentes debería establecerse en cada región. Los principales deberes y responsabilidades de la sección serán:

- Inventario de los Puentes e Inspecciones;
- Asistir o dar ayuda en los trabajos de mantenimiento preventivo o menor de los puentes; y
- Preparación de registros de mantenimiento.

Las recomendaciones de personal, herramientas y vehículos para la inspección por regiones son:

Personal	Unidad de Administración de Puentes	Sección de Mantenimiento de Puentes
Personal		
Ingeniero Jefe	1	-
Ingenieros	2	13
Equipo técnico	3	26
Operadores de computador	1	-
Digitadores	1	-
Junior	1	-
Total	9	39

Herramientas de Inspección, Instrumentos de Pruebas y Vehículos	Unidad de Mantenimiento y Adm. de Puentes	Sección de Mantenimiento de Puentes
Medidor Ultrasónico del Espesor	1	-
Pachometer	1	-
Set de Prueba de Líquido Neutralizador	2	-
Martillo Schmidt	1	-
Cámara, Binoculares, Cinta metálica, Plomo, regla para grietas, etc.	1 de todos	1 de todos
Van (camioneta)	1	-
Sedan	1	-

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE REHABILITACIÓN DE LOS PUENTES

CAPÍTULO 3 DISEÑO DE REHABILITACIÓN DE LOS PUENTES

3.1 CONCEPTO DEL DISEÑO DE REHABILITACIÓN DE PUENTES

3.1.1 Propósito y Alcance del Diseño de Rehabilitación

Fueron preparados ejemplos de diseños de rehabilitación de puentes para los siguientes propósitos:

- Transferir habilidades técnicas de inspección y rehabilitación de puentes al personal del MOP a cargo de estas operaciones, y
- Obtener de la información técnica para la preparación de la Inspección de Puentes & Manual de Rehabilitación y el Plan de rehabilitación de Puentes del Estudio.

El estudio para el diseño de rehabilitación consiste de los siguientes trabajos:

- Inspección de la condición del puente.
- Estudios topográficos y geológicos para el diseño de reconstrucción.
- Inspección de los daños para el diseño de reparación.
- Diseño de la Rehabilitación y estimación de los costos tanto para los casos de reparación como los de reconstrucción.
- Estudio de los Impactos Ambientales en el emplazamiento del puente.

Por otra parte, se le solicitó al MOP la siguiente información de los puentes:

- Información general del puente incluyendo la ubicación, tamaño y tipo de puente, condiciones geográficas del terreno, etc.
- Planos de construcción.
- Política de rehabilitación del MOP.

3.1.2 Proceso del Diseño de Rehabilitación

Se realizó una inspección para recolectar la información general del puente así como también para evaluar su condición existente. A través de esta inspección, el plan básico de rehabilitación (reconstrucción-reparación) fue decidido para cada puente. Después de esto, para los puentes considerados a ser reconstruidos, se realizaron estudios topográficos y sondajes, y para los puentes que se consideró su reparación, se inspeccionaron sus daños en detalle. Después de recolectar toda la información de terreno y de realizar los estudios mencionados, se prepararon los ejemplos de diseño de rehabilitación y se estimaron los costos para los veinte puentes seleccionados.

En paralelo a la inspección de los puentes, se realizó un estudio medio ambiental para evaluar los posibles efectos que podrían tener la rehabilitación de los puentes en sus alrededores.

El proceso total del estudio es mostrado por el diagrama de flujo en la **Figura 3.1.**

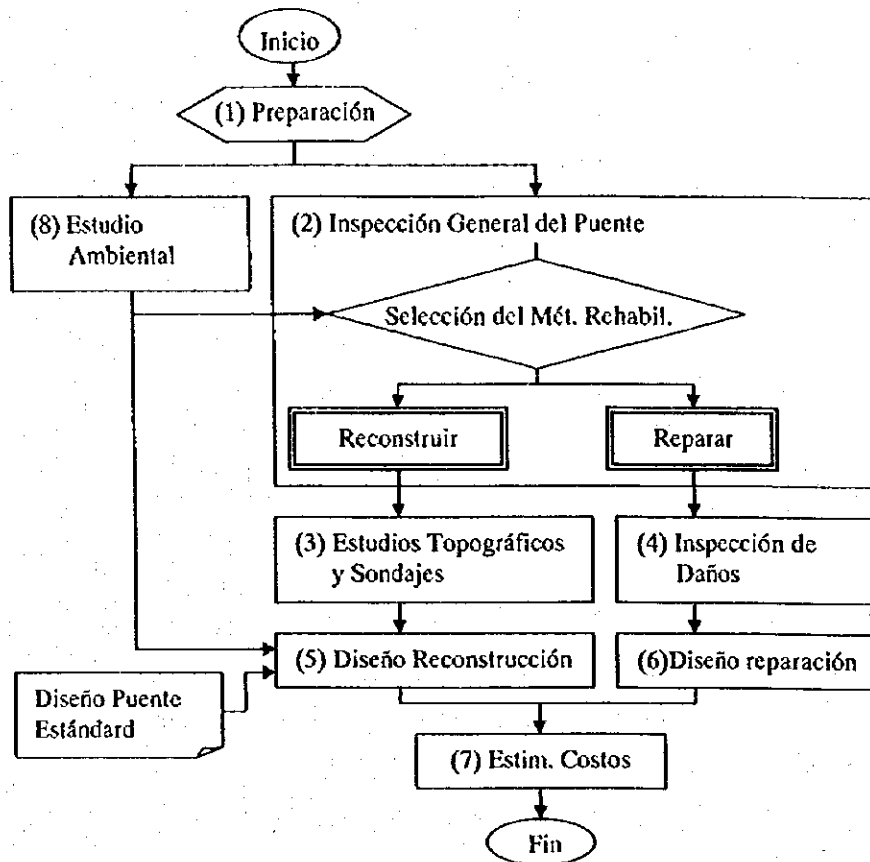


Figura 3.1 Proceso de la Inspección de Puentes y del Diseño de Rehabilitación

En el diagrama de flujo de arriba, cada ítem de estudio incluyó las siguientes actividades:

(1) Preparación

- Confirmación de la ubicación del puente y organización del programa de inspección.
- Obtención de los planos existentes de los puentes (los planos no estaban disponibles).

(2) Inspección General del Puente

- Recolección de la información general del puente (longitud, tramos, ancho, tipo de puente, etc.).
- Inspección de los problemas estructurales del puente (daños, defectos) y del cauce (erosión, socavación).
- Selección del método de rehabilitación; reconstrucción o reparación.
- Selección de la ubicación de los puentes a ser reconstruidos.
- Selección del método de reparación para los puentes a ser reparación.

(3) Estudios Topográficos y del Suelo (Sondajes)

- Estudios topográficos y de suelo para los puentes a ser reconstruidos.

(4) Diseño de Reconstrucción

- Preparación de los nuevos diseños de puentes para aquellos a ser reconstruidos, aplicando el programa CADD de puentes estándar desarrollado en este Estudio.

(5) Inspección de Daños

- Inspección más detallada de los daños siguiendo al plan de reparaciones decidido en la (2) Inspección General de Puentes.
- Pruebas con instrumentos no destructivos (Martillo Schmidt, Profómetro, neutralización del hormigón, etc.) para suplementar la inspección visual.

(6) Diseño de Reparación

- Preparación de los diseños de reparación de acuerdo al plan de reparaciones y sobre la base de los resultados de la inspección de daños.

(7) Estimación de los Costos

- Estimación de los costos de rehabilitación (sólo los costos directos de construcción) tanto para los diseños de reconstrucción como para los de reparación.

(8) Estudio Medio Ambiental

- Inspección de las condiciones ambientales (usando los formularios de descripción del proyecto y del terreno).
- Identificación de los terrenos del proyecto y suposición de los posibles impactos ambientales.
- Evaluación de los impactos ambientales por actividad del proyecto (usando las listas de confirmación de IEE y el EIA-Pre).

3.1.3 Selección de los 20 Puentes

Veinte puentes fueron seleccionados con la cooperación del MOP para los diseños de rehabilitación, considerando los siguientes puntos:

- Se seleccionaron puentes de diversos tipos estructurales y para diferentes métodos de rehabilitación que van desde la reparación hasta la reconstrucción.
- Se seleccionaron puentes bajo variadas condiciones geológicas y geográficas.
- Se seleccionaron puentes que el MOP necesita rehabilitar con urgencia.

Actualmente, once puentes fueron seleccionados de las regiones IX, y X, investigadas para el plan de rehabilitación, y nueve puentes de las regiones IV, V, VI y RM que el MOP necesita rehabilitar con urgencia. Se seleccionaron los tipos de puentes comunes en Chile tales como los de madera

simplemente apoyados, o los con vigas de hormigón o acero, excluyendo los tipos especiales de puentes tales como los de viga continua, colgantes, en arco, etc.

Los 20 puentes se muestran en la Tabla 3.1 y sus ubicaciones en la Figura 3.2.

Tabla 3.1 Veinte Puentes Seleccionados para el Diseño de la Rehabilitación

	Nombre del Puente	Región	Tipo Estructural	Long. (m)	Razón de su Selección
1	Confluencia	IV	A	113,10	Mostrar la reparación de un puente de acero.
2	David García	V	H.A.	93,05	Mostrar la rehabilitación de un puente de H.A. viejo.
3	Granallas	V	A	49,85	Mostrar la rehabilitación de la viga de acero/tablero de madera del puente.
4	Ventanas	V	H.A.	30,00	Mostrar la reparación de un puente de H.A.
5	San José	RM	H.A.	16,10	Estudiar la reconstrucción de un puente corto y angosto.
6	Puangué	RM	H.A.	105,10	Mostrar la reconstrucción de un viejo puente de H.A. que fue extendido debido al cambio del cauce.
7	San José de Marchihue	VI	A	120,00	Estudiar la reconstrucción de un puente bajo y angosto, que obstruye el paso del agua y que a menudo es cerrado.
8	Antivero N°2	VI	H.A.	102,90	Estudiar la reconstrucción de un puente dañado por crecidas.
9	Los Cardos	VI	A	73,55	Mostrar la reparación de la viga de acero/tablero de madera del puente.
10	Cautín	IX	H.A.	140,00	Mostrar la reparación de un viejo puente de H.A.
11	El Indio	IX	A	21,10	Mostrar la reparación de un puente de acero ubicado en una zona montañosa.
12	Quillén	IX	M	25,90	Mostrar la reparación de un puente de madera.
13	Poculón	IX	M	31,00	Mostrar la reconstrucción de un puente de madera deteriorado.
14	Malleco	IX	M	92,00	Mostrar la reparación de un puente de madera largo.
15	Miraflores	IX	M	44,40	Mostrar la reparación de un puente de madera.
16	San Juan	IX	M	31,60	Mostrar la reconstrucción de un puente de madera deteriorado.
17	Medina	IX	A	170,00	Mostrar la reparación de la viga de acero/tablero de madera del puente.
18	Cautín (88)	IX	A	39,40	Mostrar la reparación de la viga de acero/tablero de madera del puente.
19	Salva Tú Alma	IX	A	40,70	Mostrar la reparación de la viga de acero/tablero de madera del puente.
20	Quinchilca	X	H.A.	140,00	Mostrar la reparación de un puente de H.A.

Notes: RM = Región Metropolitana

H.A. = Puente con vigas de hormigón armado

A = Puente con vigas de Acero

M = Puente con vigas de madera

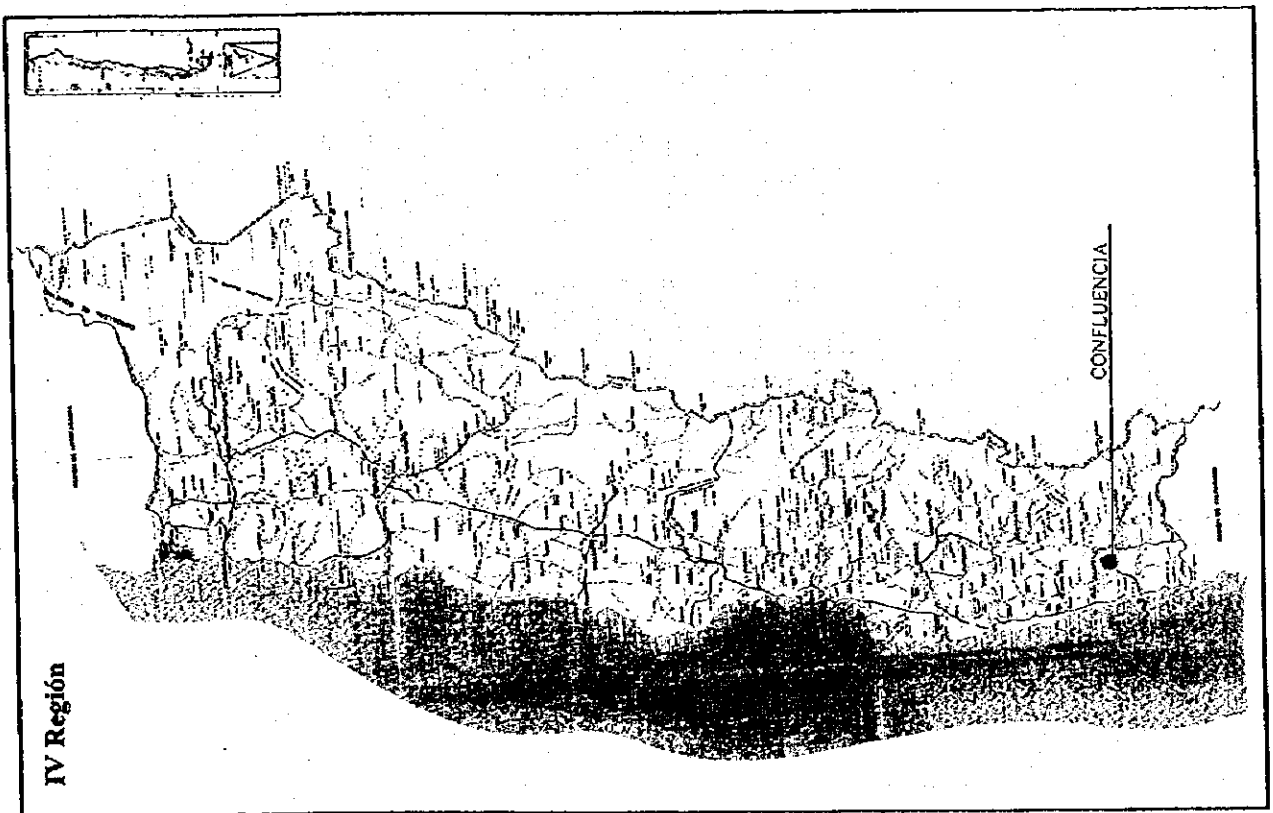
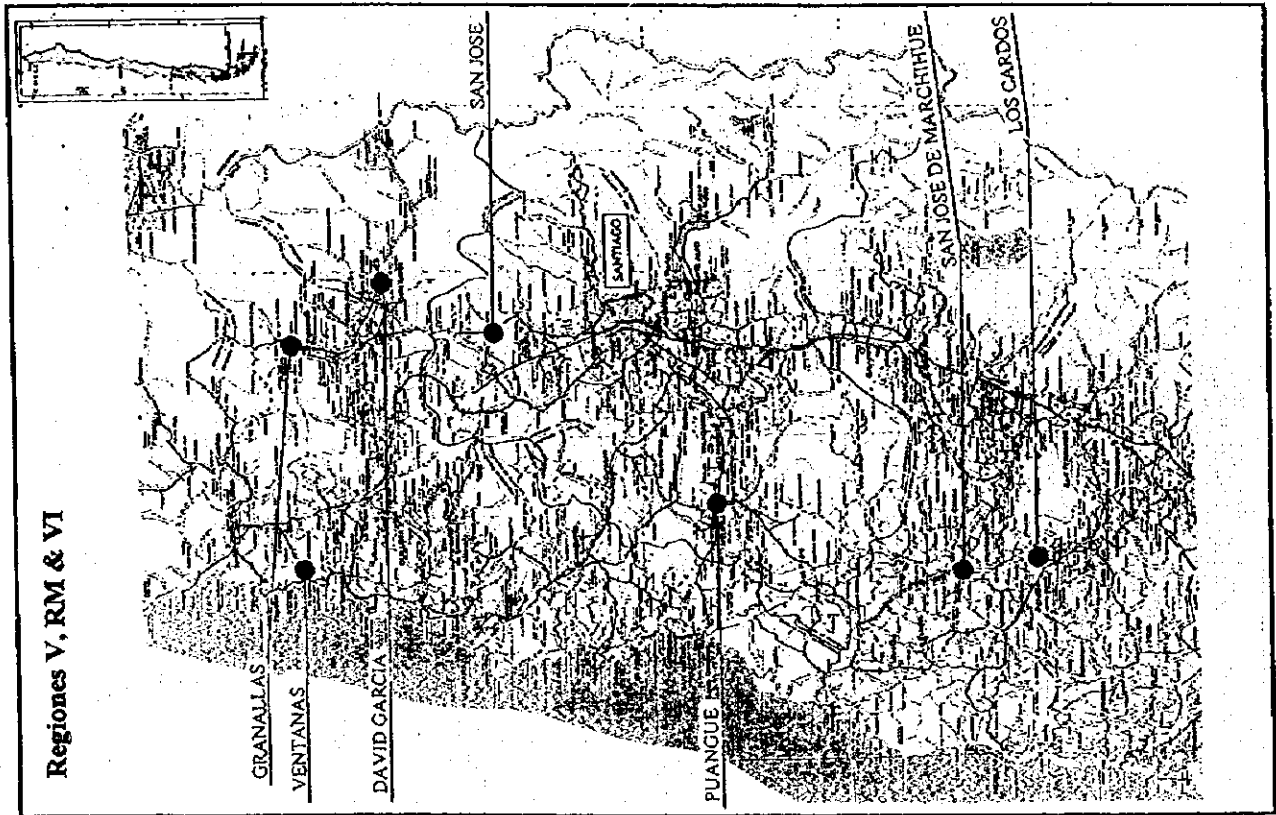


Figura 3.2 Ubicación de los Veinte Puentes para el Diseño de Rehabilitación (1/2)

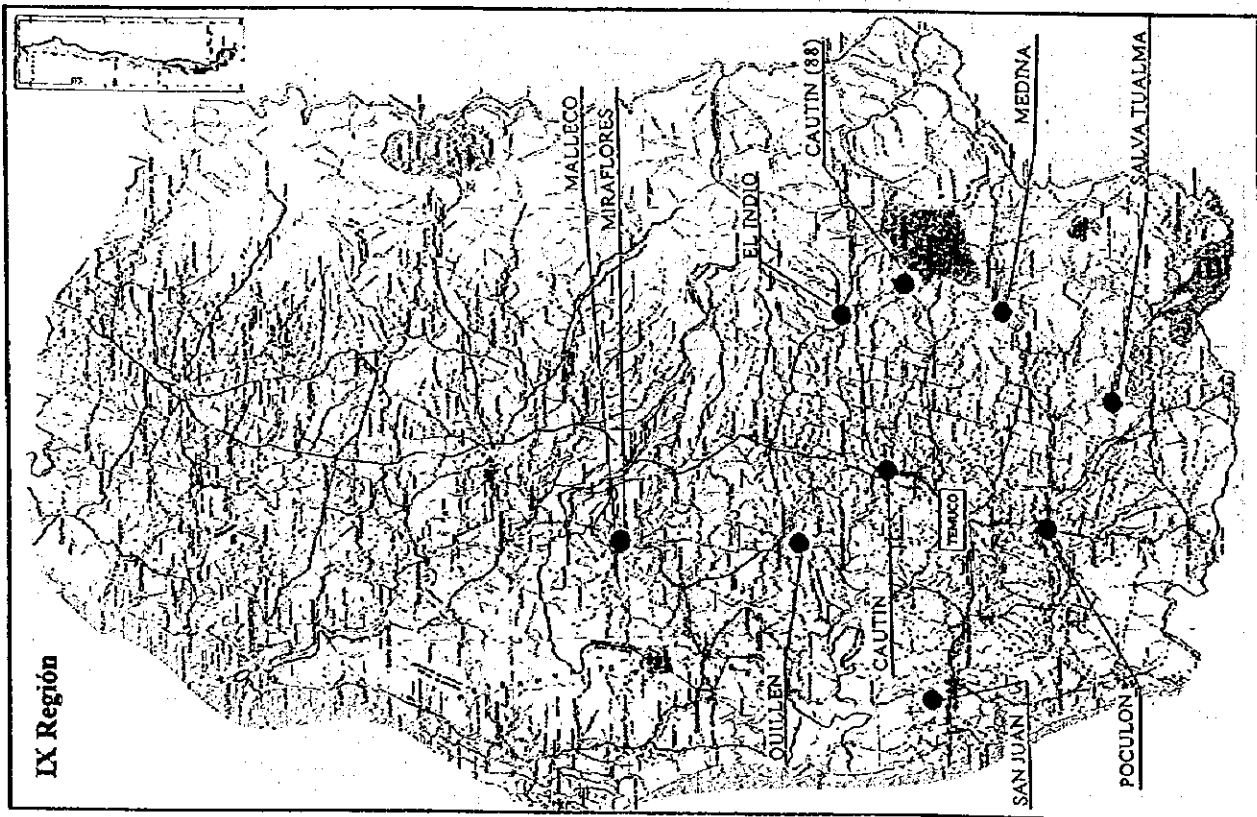
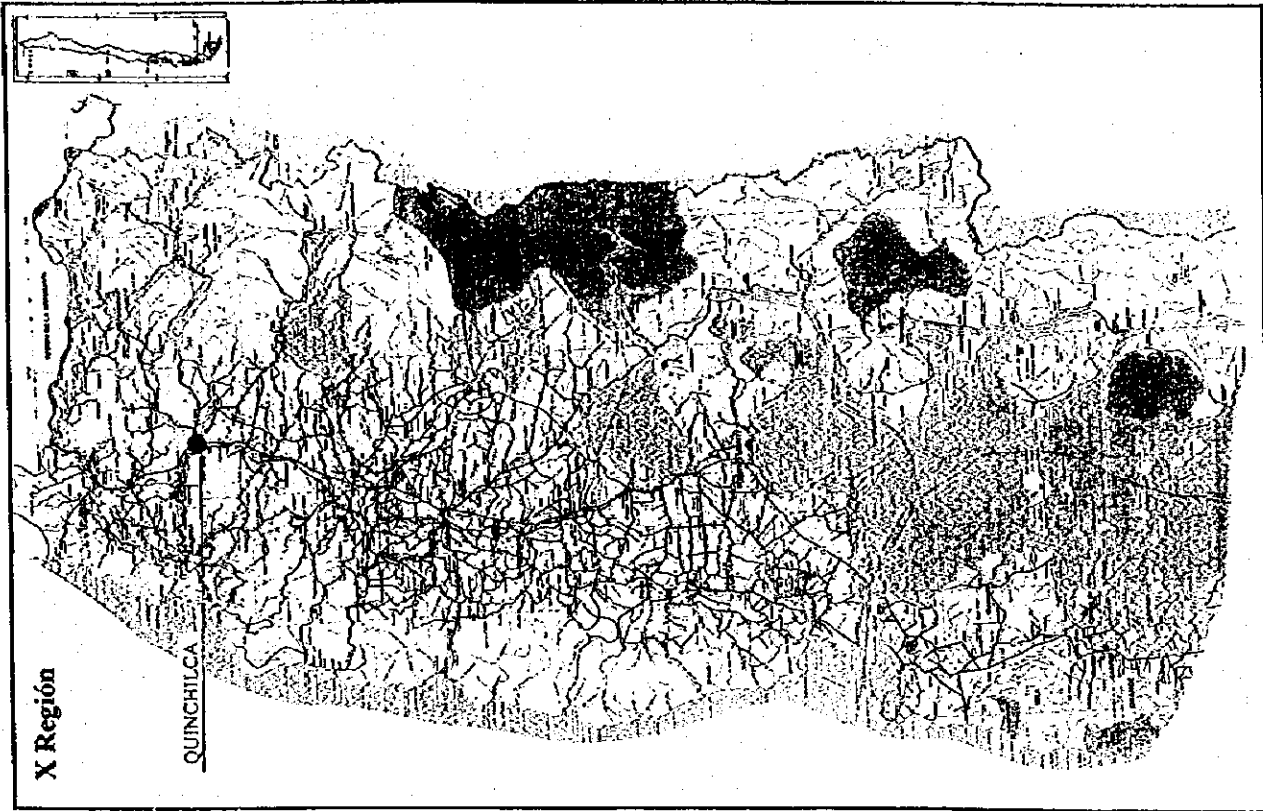


Figura 3.2 Ubicación de los Veinte Puentes para el Diseño de Rehabilitación (2/2)

3.2 INSPECCIÓN GENERAL DE PUENTES

3.2.1 Método de Inspección

(1) Inspección Conjunta

Los emplazamientos de los puentes fueron inspeccionados al comienzo tanto por el MOP y por los ingenieros del Equipo de Estudio en orden a tener un entendimiento común sobre las condiciones de los puentes. A través de esta inspección en conjunto, se pudo recolectar no sólo información sobre los daños visibles del puente sino que también fue posible obtener datos tales como el año de construcción, reparaciones efectuadas en el pasado, capacidad carga diseñada, flujo del río en período de crecidas, condiciones del tránsito, etc., a través del personal regional del MOP y de las personas que habitan cerca de los puentes.

El trabajo de inspección fue realizado durante Junio y Julio de 1997.

(2) Recolección de los datos generales del puente

La información general sobre el emplazamiento y los datos estructurales del puente fueron recogidos con los mismos formularios del inventario usados en la inspección de puentes para el Plan de rehabilitación de Puentes.

La información general del terreno incluye la ubicación, año de construcción, condiciones geográficas, condiciones del río y otros datos administrativos. Los datos estructurales cubren el tipo de puente, principales dimensiones, perfiles longitudinales y esquemas transversales.

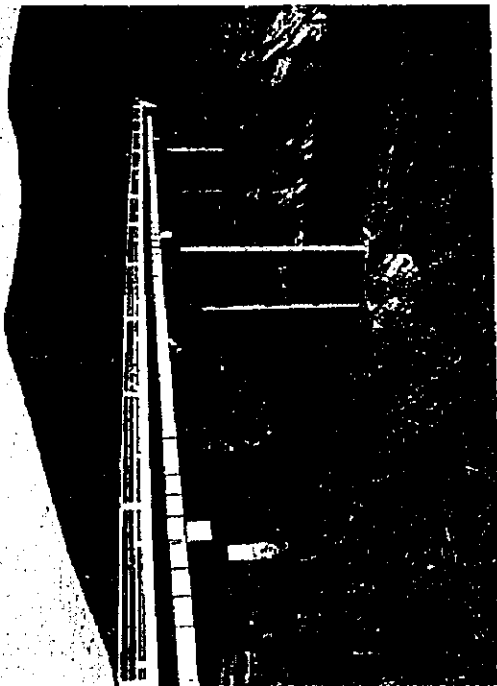
Los datos recolectados de los puentes fueron compilados dentro de un plano de vista general. Un ejemplo de esto es mostrado en la **Figura 3.3** (los 20 puentes se muestran en el **Anexo II-1 Volumen 4/8**). Las fotografías laterales y frontales están también en el mismo Anexo.

(3) Inspección de los daños y defectos

Los daños y defectos del puente fueron observados visualmente tramo por tramo a corta distancia, siempre y cuando esto fuera seguro. Los daños principales fueron fotografiados y evaluados de acuerdo al sistema de clasificación de daños (de I a V). La mayoría de los daños fue clasificado entre II o III.

Las fotografías de los daños inspeccionados y su evaluación están compiladas en las tablas de daños del tipo que se muestra en la **Tabla 3.2** y para los 20 puentes están compiladas en el **Anexo II-1 Volumen 4/8**.

NOMBRE DEL PUENTE: CONFLUENCIA



STATE	IN
DATE	NAME
COMPL	CONFLUENCIA

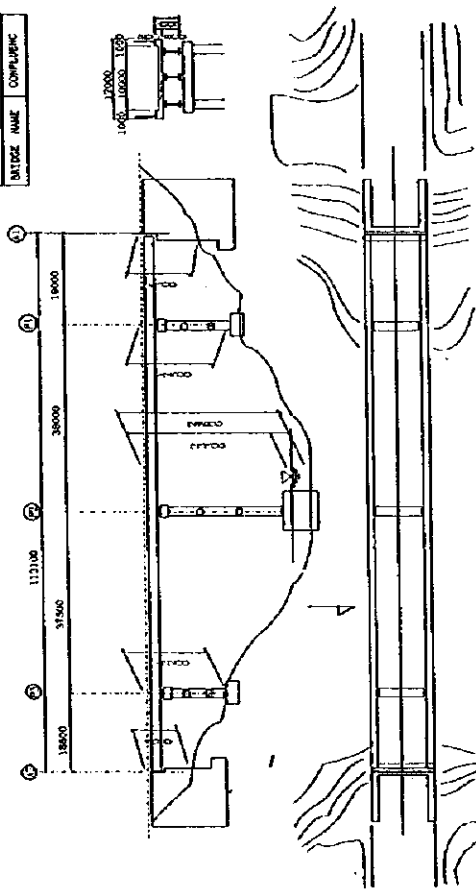


Figura 3.3 Vista General del Puente Inspeccionado

Tabla 3.2 Tabla de Daños

Partes del Puente	Localización del Daño	Daño	Evaluación del Daño	Rango de Daños	Fotografía																																				
Losa	<p>Grieta</p> <p>Eflorescencia</p> <p>A2 Estribo</p> <p>12,000</p> <p>19,000</p> <p>18,600</p> <p>A1 Estribo</p> <p>Losa-I</p> <p>Losa-II</p>	Grieta	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Todos los Elementos</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grande</td> <td>Grande</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Grande</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Grande</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> </tr> </tbody> </table> <p>El daño fue observado, pero una rehabilitación no es necesaria. Se debe inspeccionar continuamente.</p>	Todos los Elementos			X	Y	Z	Grande	Grande	Grande	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Grande	Grande	Grande	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Grande	Grande	Grande	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño	Pequeño	Pequeño	III	<p>Grieta</p> <p>Losa-4</p>			
	Todos los Elementos																																								
X	Y	Z																																							
Grande	Grande	Grande																																							
Mediano	Mediano	Mediano																																							
Pequeño	Pequeño	Pequeño																																							
Grande	Grande	Grande																																							
Mediano	Mediano	Mediano																																							
Pequeño	Pequeño	Pequeño																																							
Grande	Grande	Grande																																							
Mediano	Mediano	Mediano																																							
Pequeño	Pequeño	Pequeño																																							
	<p>Eflorescencia</p> <p>Grieta</p> <p>X: una dirección 0.3mm<Y<0.2mm</p> <p>Z: menos de 50cm</p>	Eflorescencia	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Z</th> <th>Elemento Principal</th> <th>Elemento Secundario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grande</td> <td></td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td></td> <td>Pequeño</td> </tr> </tbody> </table> <p>El daño es grande, se necesita una rehabilitación.</p>	Z	Elemento Principal	Elemento Secundario	Grande		Grande	Pequeño		Pequeño	II	<p>Eflorescencia</p> <p>Losa-1</p>																											
Z	Elemento Principal	Elemento Secundario																																							
Grande		Grande																																							
Pequeño		Pequeño																																							
A1 Estribo	<p>12,000</p> <p>8,000</p> <p>La eflorescencia está en toda la superficie.</p> <p>Descascaramiento/ Desprend.</p> <p>Eflorescencia</p> <p>Y: sin exposición de armadura</p> <p>Z: menos de 1.0m2</p>	Descascaramiento/ Desprendimiento Eflorescencia	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Descascaramiento/ Desprend.</th> </tr> <tr> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>Elemento Principal / Secundario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grande</td> <td>Grande</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Grande</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> <td>Mediano</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> <td>Pequeño</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se observó un daño, el grado debe ser registrado.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Eflorescencia</th> </tr> <tr> <th>Z</th> <th>Elemento Principal</th> <th>Elemento Secundario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grande</td> <td></td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Pequeño</td> <td></td> <td>Pequeño</td> </tr> </tbody> </table> <p>El daño es grande, se necesita una rehabilitación.</p>	Descascaramiento/ Desprend.			Y	Z	Elemento Principal / Secundario	Grande	Grande	Grande	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Grande	Grande	Grande	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Eflorescencia			Z	Elemento Principal	Elemento Secundario	Grande		Grande	Pequeño		Pequeño	<p>Descascaramiento/ Desprendimiento</p> <p>IV</p> <p>Eflorescencia</p> <p>II</p>	<p>Descascaramiento/ Desprendimiento</p> <p>Eflorescencia</p>
Descascaramiento/ Desprend.																																									
Y	Z	Elemento Principal / Secundario																																							
Grande	Grande	Grande																																							
Mediano	Mediano	Mediano																																							
Pequeño	Pequeño	Pequeño																																							
Grande	Grande	Grande																																							
Mediano	Mediano	Mediano																																							
Pequeño	Pequeño	Pequeño																																							
Eflorescencia																																									
Z	Elemento Principal	Elemento Secundario																																							
Grande		Grande																																							
Pequeño		Pequeño																																							

(4) Sistema de Clasificación de Daños

Para estimar la clasificación de daños (de I a V), se utilizaron las Directrices o Pautas de Inspección de Puentes (Propuesto en 1988) del Instituto de Ingeniería Civil del Ministerio de Construcción del Japón.

El sistema adopta los siguientes tres factores para clasificar (de I hasta V) los daños.

- ① Ubicación o patrón de los daños (X)
- ② Profundidad de la parte dañada (Y)
- ③ Extensión de los daños (Z)

Cada factor es evaluado por la magnitud de los daños, a saber, Grande (o Profundo), Mediando, o Pequeño (o Poco Profundo). La clasificación de los daños es decidida sobre la base de una combinación de los tres factores haciendo referencia a la tabla de clasificación de daños. Los factores y tablas de clasificación para los principales daños en puentes de hormigón, acero y madera, están dadas en la **División III del Manual de Puentes (Volumen 6/8)**.

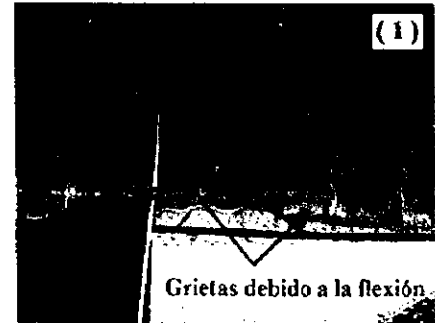
3.2.2 Evaluación de los Daños Típicos

Los daños típicos inspeccionados están resumidos y analizados, como sigue:

(1) Componentes de Hormigón

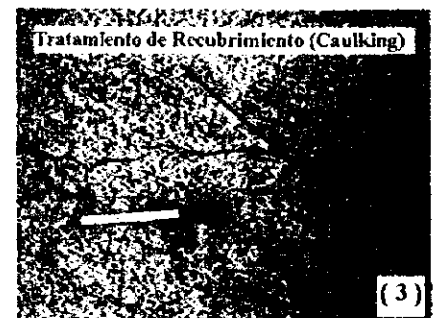
1) Grieta en la viga principal

Generalmente se encontraron daños de grietas pequeñas pero serias en las vigas principales, excepto en el puente Antivero N°2, donde se encontraron grietas verticales (Fotografía (1)) que se dedujo eran debido a la flexión producida por momentos. De las grietas, se observó eflorescencia de limos.



2) Grietas en las losas

Todas las losas de hormigón carecían de pavimento, y por lo tanto afectadas directamente por el impacto de los vehículos que pasan. Fueron encontradas grietas por lado inferior de las losas en los puentes Confluencia, David García, San José y Puangue. La dirección de las grietas era transversal (ver Fotografía (2) del puente David García), lo cual implica que probablemente fue debida a la vibración de la losa producida por el tránsito. También fueron encontradas grietas bajo la losa en voladizo del puente Confluencia acompañada de con distintos eflorescencias de limos. Se consideró que estas grietas ocurrieron durante la época de construcción debido a la retracción y a la diferencia de temperatura del hormigón. Se encontraron señales de reparaciones en las grietas mediante un tratamiento de recubrimiento (caulking) con asfalto (ver Fotografía (3)) en la superficie de las losas del puente Confluencia.

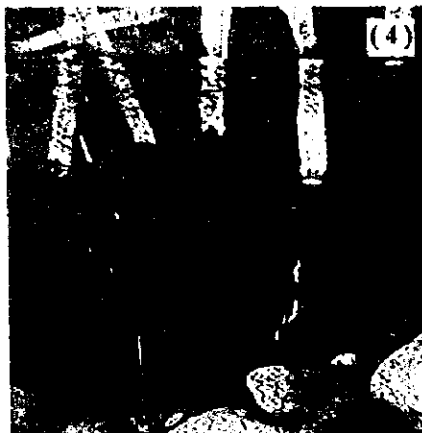


Muchas de las losas de hormigón inspeccionadas eran más delgadas comparadas por ejemplo con las que hay en Japón, y esto parece ser la causa de las grietas.

3) Grietas en las infraestructuras

Se observaron muchas grietas grandes en los muros de hormigón de los estribos y las cepas. Fueron encontradas más grietas en las infraestructuras que en las superestructuras. De este hecho, se juzgó que la calidad de la construcción de las superestructuras era mejor que las de las infraestructuras. En los

muros de los estribos eran varios los patrones de grietas, pero prevalecían las verticales. Se consideró que las principales causas fueron las retracciones en el muro de hormigón, y por acción de la luz del sol que calentaba su superficie, y no debido a sobrecargas o a un asentamiento. Sin embargo, se encontraron algunas grietas horizontales o diagonales en varios muros de hormigón. Esto implicaba la posibilidad de una sobrecarga o asentamiento, pero los síntomas eran ambiguos. La Fotografía (4) muestra una gran grieta en el muro del estribo del puente David García.



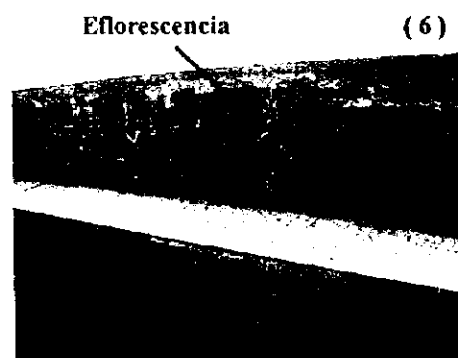
4) Desgaste / Expansión (Saling/Spalling)

Estos daños se observaron ampliamente en la superficie de hormigón, pero la mayoría no eran serios, siendo clasificados como III o IV en la clasificación de daños. Sin embargo, tal como lo muestra la Fotografía (5) se encontraron serios daños tal como la exposición de la armadura en el muro del estribo del puente Antivero N°2, que se consideró debido a un recubrimiento y calidad insuficiente del hormigón.



5) Eflorescencia

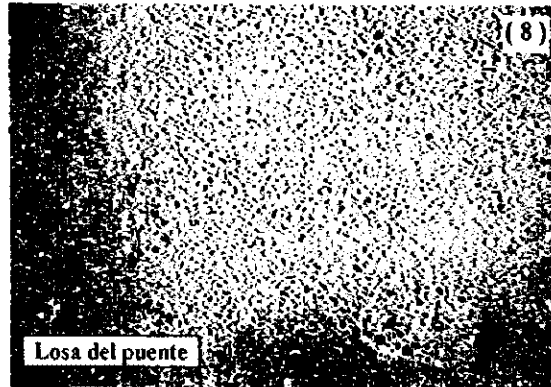
Al igual que el desgaste/expansión, la eflorescencia fue un daño común observado en la inspección. Este daño muestra la eflorescencia aislada de limo desde el hormigón hasta las grietas con agua de infiltración. La eflorescencia fue una importante señal de deterioro del hormigón, por lo tanto este daño fue clasificado como II. La Fotografía (6) muestra un ejemplo de este daño por debajo de la losa en voladizo del puente Confluencia.



6) Fractura

Se encontraron pocos daños de fractura en la inspección. Un ejemplo (ver Fotografía (7)) serio se encontró en el cimiento de la cepa del puente Granallas, que se consideró fue golpeado por rocas

durante las crecidas. La fotografía también sugiere otra causa, la calidad del hormigón.



7) Desgaste

Se observaron daños de desgaste en las fundaciones de las cepas y de los estribos causados por el flujo del agua, o en la superficie de las losas causados por el paso de los vehículos debido a la falta de pavimento en sus superficies. La Fotografía (8) muestra un ejemplo de desgaste en una losa.

(2) Materiales de Acero

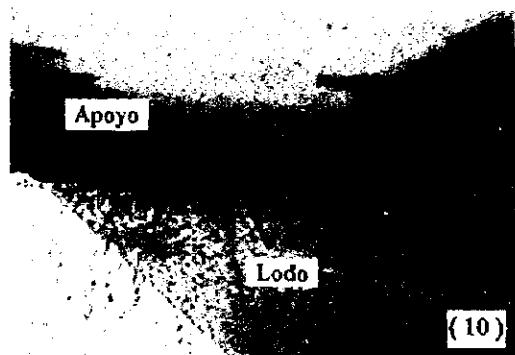
1) Corrosión en las vigas

Las vigas presentan corrosión en las almas, y en las superficies exteriores de las alas, especialmente en los casos en que el puente tiene losa de madera y por lo tanto la lluvia cae directamente y baja por la superficie de la viga, adhiriéndose barro a ella, tal como se ve en la Fotografía (9) del puente Granallas. No se encontró un daño serio en las vigas como para reducir el área de la sección transversal.



2) Corrosión en los apoyos

Las vigas de acero generalmente tienen apoyos de acero, y el resultado de la inspección detallada de puentes mostró que ellos estaban seriamente corroídos. La Fotografía (10) señala la considerable corrosión del apoyo del puente Granallas. La causa se puede suponer fácilmente ya que el barro que cae a través de la superficie del camino se apila en los asientos del

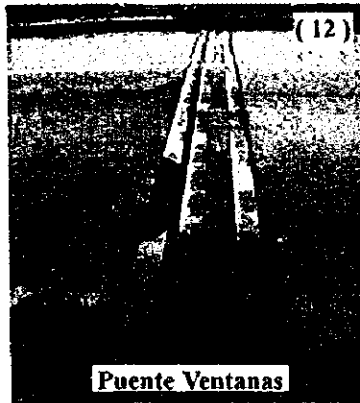


puente. El barro se mantiene húmedo mucho tiempo después de que las lluvias caen porque está normalmente sombreado por la cubierta, causando la corrosión de los apoyos de acero.

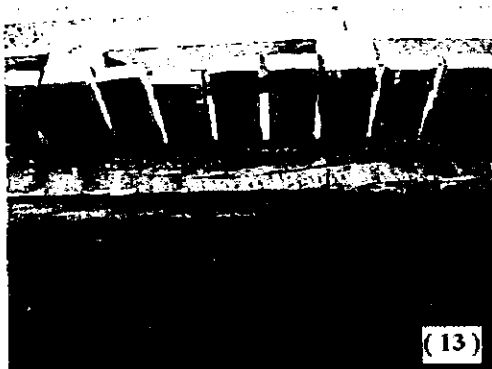
3) Corrosión en las Barandas y Cantoneras

Las barandas de acero están expuestas no sólo a la lluvia sino que también a los gases de escape, y la composición de estos factores fomenta la corrosión del acero tal como se ve en la Fotografía (11).

Como se ve en la Fotografía (12), el barro húmedo que esta en las separaciones favorece la corrosión y reduce la rigidez de las cantoneras, y finalmente los neumáticos que golpean la parte debilitada y la quiebran.



(3) Componentes de Madera



Se encontraron pocos daños causados por hongos o parásitos en los componentes de madera, por lo tanto la mayoría de los daños son debido a la humedad, los agentes atmosféricos o por la madera demasiado vieja.

Como en pocos casos, la pudrición producida por hongos fue observada en los componentes del puente Miraflores (referencia a la Fotografía (13)). Si los componentes de madera fueran tratados con una protección apropiada, sería posible prevenir la propagación de este daño.



Desafortunadamente, los componentes de madera de los puentes objetivo no tenían dicha protección así que el daño era severo, especialmente de pudrición que se observó. Todos los tipos de daños de la madera pueden ser verificados en el puente Pocolón en el cual el tránsito está cerrado debido a la destrucción como se muestra en la Fotografía (14). Fue difícil descubrir si las grietas en la

madera eran debidas a fuerzas externas (sobrecarga o sismos) o por otros dispositivos artificiales, lo

que fue imposible de detectar en esta inspección. Por otro lado, la pérdida de los componentes de madera cerca de las partes que tocan el agua fue observada en muchos casos (Fotografía (15)). Aunque no fue un tipo de daño de la madera típico, el puente Malleco fue destruido por el fuego como se muestra en la Fotografía (16). El pavimento de los puentes estaba en buenas condiciones debido a los reemplazos periódicos hechos por el MOP y el sector privado.



3.2.3 Estudio del Método de Rehabilitación

(1) Política para el Método de Rehabilitación

En el curso de la inspección general, el MOP y el Equipo de Estudio conversaron sobre el método de rehabilitación para cada puente. Aunque el método de rehabilitación fue discutido en principio sobre la base de los daños observados, en otras palabras la seguridad estructural de los puentes, otros factores importantes fueron adjuntados a las condiciones geográficas, ambientales y socioeconómicas alrededor del puente tales como cambios en el flujo del río, edad de las estructuras del puente, ancho y capacidad de carga insuficiente del puente para las condiciones actuales de tránsito, considerándose difícil y costoso el mejoramiento o reforzamiento del puente existente.

Para la decisión del método de rehabilitación, es decir reparar o reconstruir, la opinión y peticiones del MOP fueron tomadas como un elemento importante junto con los juicios técnicos de acuerdo con los resultados de la inspección. El MOP tiene la siguiente política de rehabilitación de puentes rurales.

Muchos puentes de áreas rurales están ya deteriorados u obsoletos, presentando un ancho y capacidad de carga insuficiente para el volumen de tránsito actual. Para tales puentes, se adopta por un plan de

reconstrucción con puentes nuevos más que por la reparación o reforzamiento de los puentes existentes. Esto es porque se considera que los trabajos de reforzamiento en puentes viejos y deteriorados son técnicamente difíciles y poco fiables.

Considerando el punto de vista de la vida de uso v/s el costo del puente, donde las expectativas de duración de tales puentes reforzados son por lo general cortas, optar por un plan de reconstrucción resulta ser económicamente lógico. Por lo tanto, los puentes de madera existentes, que debido su corta duración y requerimientos de frecuentes mantenimientos, deberían ser reemplazados con estructuras permanentes (hormigón o acero), no volviendo a utilizar la madera nuevamente. Los puentes de hormigón o acero existentes deberían ser mantenidos mediante reparaciones tanto tiempo como ellos mantengan un ancho y capacidad de carga adecuados para economizar en costos de rehabilitación. Sin embargo, para los puentes cuyo ancho y capacidad de carga sean insuficientes, deberían tener preferencia en un plan de reemplazos más que pensar en su ensanchamiento o reforzamiento.

(2) Selección del Método de Rehabilitación

El método de rehabilitación fue estudiado en principio para cada uno de los 20 puentes sobre la base de los resultados de la inspección general y considerando la política de rehabilitación del MOP. Sin embargo, en orden a alcanzar el propósito de este capítulo del Estudio, fueron preparados más ejemplos de reparación para mostrar varios diseños de rehabilitación. Se considera que los trabajos de reparación es una importante tarea para el MOP tanto en la actualidad como para el futuro, de manera de mantener un gran número de puentes rehabilitados. Los trabajos de reparación son necesarios para mantener los puentes existentes para no interrumpir los servicios públicos hasta que el puente vaya a ser final rehabilitado.

Como se mencionó anteriormente, el MOP y el Equipo de Estudio discutieron respecto del método de rehabilitación en cuanto a sí se debía reparar o reconstruir cada puente, obteniéndose los resultados indicados en la **Tabla 3.3**.

Tabla 3.3 Método de Rehabilitación

N°	Nombre del Puente	Región	Tipo de Puente	Long. del Puente (m)	Ancho de Calzada (m)	Condición del Puente (clasif. de daños)		Método de Rehabilitación Propuesto
						Super-estructura	Infra-estructura	
1	Confluencia	IV	A	113,10	10,00	III	III	Reparación
2	David García	V	HA	93,05	6,00	III	II	Reconst./Reparación
3	Granallas	V	A	49,85	3,50	II	II	Reconst./Reparación
4	Ventanas	V	HA	30,00	8,96	III	II	Reparación
5	San José	RM	HA	16,10	4,00	III	III	Reconstrucción
6	Puangué	RM	HA	105,10	6,00	II	III	Reconstrucción
7	San José de Marchiue	VI	A	120,00	4,00	III	IV	Reconstrucción
8	Antivero N°2	VI	HA	102,90	6,00	II	II	Reconstrucción
9	Los Cardos	VI	A	73,55	2,68	III	III	Reparación
10	Cautín	IX	HA	140,00	5,00	III	III	Reparación
11	El Indio	IX	A	21,10	6,20	III	III	Reparación
12	Quillén	IX	M	25,90	2,85	II	III	Reparación
13	Poculón	IX	M	31,00	-	I	I	Reconstrucción
14	Malleco	IX	M	92,00	4,00	-	III	Reparación
15	Miraflores	IX	M	44,40	3,60	II	II	Reparación
16	San Juan	IX	M	31,60	4,00	II	III	Reconstrucción
17	Medina	IX	A	170,00	4,00	III	III	Reparación
18	Cautín (88)	IX	A	39,40	3,85	III	III	Reparación
19	Salva Tú Alma	IX	A	40,70	3,80	III	II	Reparación
20	Quinchilca	X	HA	140,00	5,00	III	III	Reparación

Notes: RM= Región Metropolitana
 HA = Viga del puente de hormigón armado
 A = Viga del puente de acero
 M = Viga del puente de madera
 I ~ V = Clasificación de daños, de mal a buen estado

De la tabla:

- Para los puentes (N°2) David García y (N°3) Granallas, se propuso tanto la reconstrucción como la reparación.
- El puente (N°13) Poculón estaba colapsado cuando fue inspeccionado, por lo que su ancho no fue medido.
- La superestructura del puente (N°14) Malleco iba a ser reconstruido con madera, cuando fue inspeccionado, por el MOP regional utilizando las cepas y estribos de hormigón existentes debido a la destrucción por un incendio. Por lo tanto, sólo fue inspeccionado el estribo, diseñándose su reparación.

(3) Proceso de Decisión del Plan de Reconstrucción

Como fue mencionado antes, en la política para el método de rehabilitación, el plan de reconstrucción debería ser decidido no sólo sobre la base de la seguridad estructural del puente sino que también

considerando la función, y las condiciones geográficas y socioeconómicas de los alrededores del puente.

Un ejemplo de tal proceso de decisión tomada para el puente David García (N°2 de la lista en la **Tabla 3.3**) es mostrado en la **Tabla 3.4**, en la cual se divide las razones técnicas y sociales. Las razones de decisión de reconstrucción para los ocho puentes son adjuntadas en el **Anexo II-1 Volumen 4/8** junto con los resultados de la inspección general.

(4) Estudio del Plan de Reparaciones

El tipo y escala de las reparaciones son en general decididas por los tipos y magnitudes de los daños. Sin embargo, el nivel de las reparaciones es intencionalmente decidido por el propósito y la política de rehabilitación, y que en general se definen como planes conservativos y constructivos. Las reparaciones basadas sobre un plan conservativo consisten en trabajos simples o pequeños, limitándose a tratamientos superficiales de los daños de manera de frenar el deterioro. La seguridad y el nivel de servicio del puente reparado no se justifican en este plan. Por el contrario, un plan constructivo involucra reparaciones comparativamente mayores que tienen por objetivo restaurar los niveles originales de seguridad y servicio del puente, donde se requiere de la evaluación de la capacidad de carga del puente para la evaluación del nivel de restauración. De la política de rehabilitación, explicada anteriormente en la **Claúsula (1)** de este capítulo, los trabajos de reparación asumen el rol de mantener las condiciones existentes del puente con un costo mínimo, pero no de mejoramiento del nivel de servicio.

Por medio de las observaciones anteriores, se concluyó entre el MOP y el Equipo de Estudio que los diseños de reparaciones adoptaran métodos para una escala de reparaciones simples y pequeñas, basados en un plan de reparaciones conservativo. Se llegó a esta conclusión también por el hecho de que no había suficiente información respecto de las estructuras de los puentes para poder evaluar la capacidad de carga, ni planos o información respecto de las condiciones del subsuelo que tampoco estaban disponibles.

Tabla 3.4 Ejemplo de las Razones de Reconstrucción

Nombre del Puente: David García

Razones Técnicas		Razones Sociales	
1	Construido alrededor de 1930, el puente de hormigón luce seriamente deteriorado.	1	Los Andes es la ciudad más próxima al puente, con una población de 55.000 personas.
2	Juzgando por la prueba de neutralización llevada a cabo mediante una aplicación de un spray con solución de fenolftaleína, es posible suponer que el hormigón ya este dañado en alguna extensión y que las armaduras puedan estar corroídas. Consecuentemente el hormigón armado debe tener su capacidad de carga reducida.	2	El puente está localizado sobre un importante camino principal (E-85), el cual conecta Los Andes, San Felipe y Santa María.
3	Cuando un vehículo pesado pasa se puede sentir una vibración considerable. Es posible que la vibración provenga de algunos defectos de la fundación, debido a que se supone que la superestructura e infraestructura tienen una rigidez supuestamente asegurada.	3	El tránsito del puente es como de 6.000 vehículos por día. El ancho de 6m no es suficiente para el volumen de tránsito.
4	Unas manchas aisladas de cal están presentes en la parte de debajo de la losa, las cuales puede suponerse por la profundidad de las grietas del hormigón.		
5	Fueron encontradas grietas con anchos de 1cm en la mesa de apoyo de los estribos.		
6	Algunas personas hacen fuego bajo el puente, como consecuencia este se ha vuelto negro por debajo debido al hollín. Esto probablemente que el puente sea afectado adversamente.		
7	El hormigón presenta pérdida de recubrimiento y las armaduras están expuestas en las cepas.		

Conclusión

Además de lo antiguo y deteriorado del puente, la fundación parece ser inestable debido a la socavación. Además se requiere que el ancho de la calzada sea aumentado. De este modo se decidió por su reconstrucción.

Por lo tanto, los ejemplos de diseños de reparaciones deberían ser preparados sobre la base del plan conservativo para remediar sólo la superficie de las estructuras de los puentes, pero la restauración de la capacidad de carga o capacidad de estabilidad no serán tratados dentro del diseño.

Varios fueron los daños observados en las superficies de los puentes durante la inspección general. Los daños típicos a menudo inspeccionados están caracterizados y categorizados en la **Tabla 3.5** según los tipos de materiales componentes del puente, es decir, hormigón, acero y madera. La inspección de los

daños y los diseños de las reparaciones fueron realizados para tales daños típicos.

Tabla 3.5 Daños Típicos

Tipo de Material	Hormigón	Acero	Madera
Daños Típicos	Grietas	Pérdida de la Pintura	Pudrición
	Desgaste / Expansión	Oxidación	Rajaduras/Hendiduras
	Delaminación	Aflojamiento	Pandeo
	Nidos de Piedra	Desprendimiento	Aflojamiento
	Eflorescencia	Deformación	
	Desgaste	Grietas	
	Fractura		