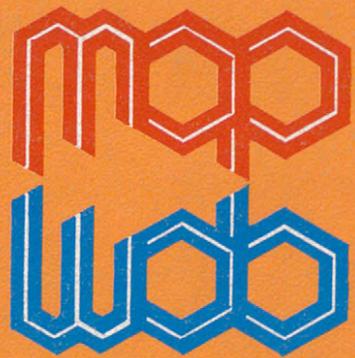


6 19 AGO. 1987

Revista de Camino

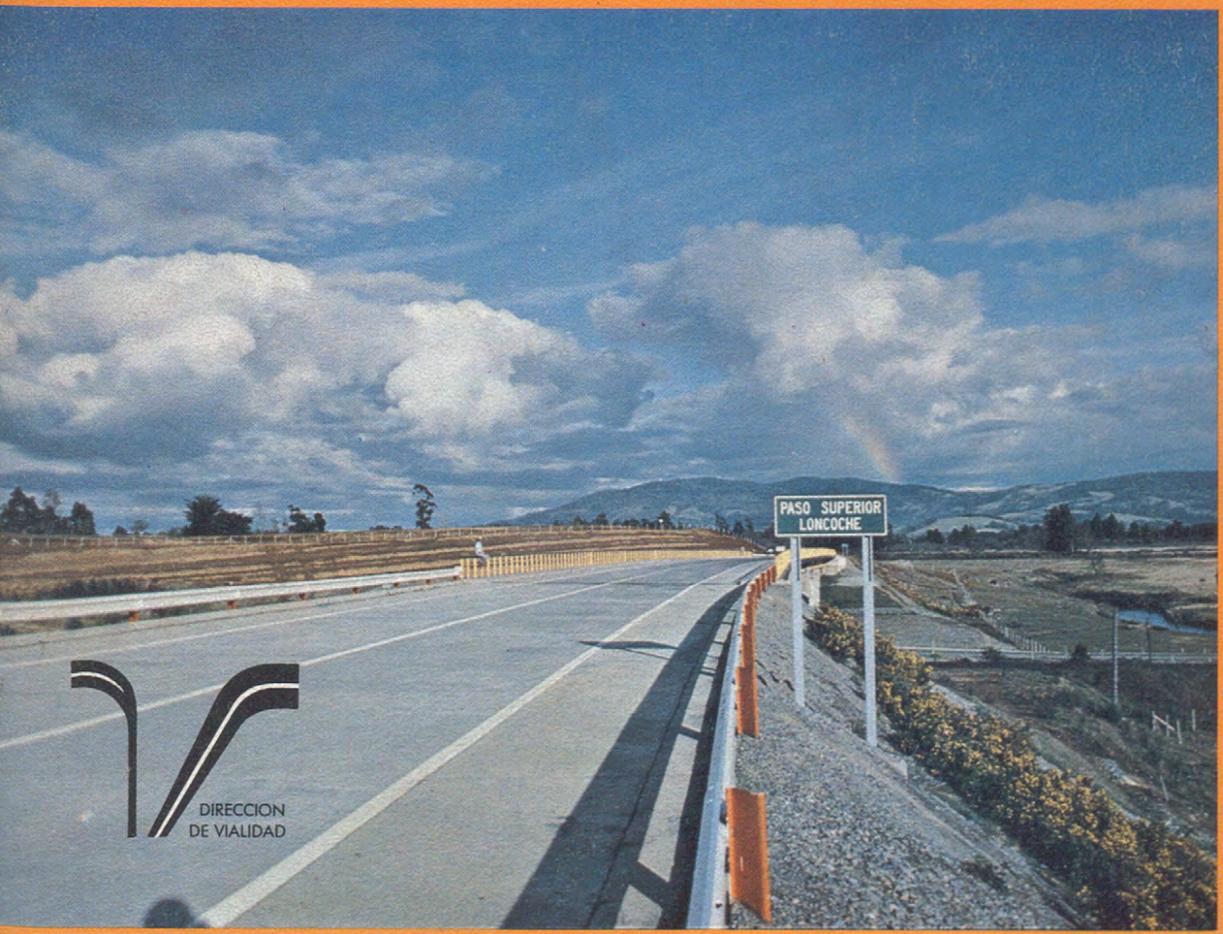
Junio 1987



UN SIGLO CONSTRUYENDO...
UN FUTURO DE PROGRESO



AÑO CENTENARIO DEL MOP





Repavimentación Carretera Longitudinal, Mulchén, VIII Región.



Puente Cruces, Valdivia, año 1987.



Sumario

	Págs.
Editorial	3
Programa complementario de recuperación vial <i>Claudio Dañin Dueñas</i>	7
Nuevo camino Santiago-Valparaíso <i>Alberto Bull Simpfendorfer</i>	17
Uso de modelos computacionales en la planificación de conservación de caminos <i>Roberto Armijo Zarricueta</i>	19
El Camino Longitudinal Austral de Chile <i>Patricio Ruckoldt Rojas</i>	29
Programa de Rehabilitación y conservación vial <i>Gustavo Nabalón Salazar</i>	41
Sistema de gestión de pavimentos <i>Jorge Salgado Aravena-Pablo Gutiérrez Donoso-Francisco Romero Dettoni</i>	49
Capacitación y adiestramiento para el personal de la Dirección de Vialidad <i>Alberto Bull Simpfendorfer-Antonio Luque Sánchez-Anita Vega Arias</i>	57
Defensas fluviales de vías y puentes <i>Victor Turpaud Villegas</i>	67
Programa global de infraestructura urbana—Subprograma de Vialidad Urbana <i>Hernán Domínguez Lira</i>	73
Puentes modulares prefabricados de madera <i>Eduardo Castro Zurita</i>	77
Política básica para el diseño de intersecciones <i>Jaime Contreras Pizarro</i>	85

Autoridades de la Dirección de Vialidad

Ministro de Obras Públicas	:	Brigadier General Sr. Bruno Siebert Held
Subsecretario de Obras Públicas	:	Teniente Coronel Sr. Patricio Díaz Araneda
Director General de Obras Públicas	:	Ing. Sr. Julio Echevarría Abarca
Director de Vialidad	:	Ing. Sr. Remberto Urrea Muster
Subdirector de Vialidad	:	Ing. Sr. Alberto Bull Simpfendorfer
Subdirector de Vialidad Urbana Nacional	:	Ing. Sr. Oscar Benavides Escobar
Jefe del Depto. Vial Integral - Sec. Gral.	:	Ing. Sr. Alberto Espina Barros
Jefe del Depto. de Construcción	:	Ing. Sr. Enrique Sepúlveda Céspedes
Jefe del Depto. de Estudios	:	Ing. Sr. Jaime Carramiñana Benvenuto
Jefe del Depto. de Conservación	:	Ing. Sr. Manuel Rodríguez Osorio
Jefe del Depto. de Puentes	:	Ing. Sr. Gonzalo Carrasco Medina
Jefe del Depto. de Obras Fluviales	:	Ing. Sr. Roberto Rojas Zúñiga
Jefe del Depto. de Explotación	:	Ing. Sr. Daniel Salcedo Arévalo

Comité Ejecutivo

Director	:	Ing. Sr. Alberto Espina Barros
Coordinadores	:	Ing. Sr. Antonio Reyes Pinto Adm. Públ. Sra. Berta Carvacho Fernández
Fotografías	:	Sr. Augusto Grosse Ickler Sr. Gerardo González González

El presente número de esta revista se distribuye gratuitamente.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de cualquier artículo o materia de esta revista sin mencionar su origen.

Es propiedad de la Dirección de Vialidad - República de Chile.

Centenario del M.O.P.

Para la apreciación del desarrollo económico, social y cultural de cualquier país, existe un lugar común de aceptación general que consiste en la importancia trascendental y multiplicadora que tiene la infraestructura de obras públicas, y dentro de ésta se destacan en forma notoria las comunicaciones terrestres, fundamentalmente el sistema que conforma la red vial.

La organización político-administrativa de la nación establece que la construcción y mantención de caminos, puentes y túneles compete a la Dirección de Vialidad, que depende del Ministerio de Obras Públicas.

El desarrollo de esta red tiene su origen en los lejanos días precolombinos, continúa en la Conquista y en la Colonia y llega a la República independiente.

Los esfuerzos individuales de incas, quechuas y aimarás han dejado vestigios de puentes colgantes, balsas vegetales y cueros inflados, pero es en el lejano año de 1541 cuando se inician propiamente las obras públicas, con técnicas rudimentarias e inorgánicas "en medio de calamidades y rigores de todo orden", a lo que se agregó, en el transcurso del tiempo, la amenaza crónica de las incursiones del "corsario y honorable pirata Lord Jorge Anson", que debieron sufrir peninsulares y criollos.

Esta situación fue moderándose hasta que la estructuración del país naciente dio forma a organismos del Estado que fueron perfeccionándose en sus quehaceres específicos.

Este es el caso de las labores que demandan las bases de sustentación de las obras públicas que, originalmente, dependieron del Ministerio del Interior (1837) y, posteriormente, de una institución que se conoció bajo diferentes denominaciones, tales como: Ministerio de Industria y Obras Públicas (1887), Ministerio del Interior y de Obras Públicas (1891), Ministerio de Industrias, Obras Públicas y Ferrocarriles (1912), Ministerio de Obras y Vías Públicas (1924), Ministerio de Obras Públicas, Comercio y Vías de Comunicación (1925), Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación (Feb. 1927), Ministerio de Fomento (Nov. 1927), Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación (1942), Ministerio de Obras Públicas (1953), Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1967) y Ministerio de Obras Públicas (1974).

Ya en 1823, la "Dirección de Economía Nacional" estaba a cargo de la inspección y dirección del comercio, industria, agricultura, navegación mercantil, salubridad, minas, pesca, caminos, canales, etc.

A partir de 1830, con la eficaz, honesta y vigorosa conducción de don Diego Portales, se inicia un fuerte impulso a la construcción de caminos, ferrocarriles, escuelas, canales y otros, el que fue continuado por sucesivos gobiernos posteriores.

En 1835 una ley crea el cargo de Director de Caminos y en 1839 se establece el de Director General de Obras Públicas.

En 1842 aparece, en reemplazo de los dos cargos mencionados, el "Cuerpo de Ingenieros y Juntas Provinciales de Caminos" que fue la institución precursora de los actuales servicios.

En 1843 se dio forma al "Cuerpo de Ingenieros Civiles". A dicho cuerpo corresponde la dirección de las obras públicas en todo el territorio; su primer director fue don Andrés de Gorbea.

Es en el año 1887, bajo el gobierno de don José Manuel Balmaceda, que nace nuestro Ministerio, mediante Ley de 21 de junio, con el nombre de "Ministerio de Industria y Obras Públicas" formando parte de otros seis "Departamentos de Estado" y es a don Pedro Montt que le cabe la responsabilidad de asumir como primer ministro de esta joven cartera. Corresponderá a ella, entre otras obligaciones, la "apertura, conservación y reparación de los caminos, puentes, calzadas y vías fluviales".

De esta fecha histórica arrancan, también, la alegría y regocijo que sentimos todos aquellos que tenemos el honor de pertenecer o haber pertenecido a sus filas de esfuerzo y trabajo, al cumplirse cien años de sus existencia.

En base a la institución creada, el Presidente Balmaceda programa un vasto plan de obras públicas y nos atreveríamos a afirmar que fue quien mejor comprendió, en su época, la importancia de ellas como palanca poderosa de desarrollo y producción; para este fin da preferencia a una red caminera y ferroviaria.

Para concretar este ambicioso programa fue menester establecer una unidad destinada a construir las obras "con acierto y presteza" con el nombre de Dirección de Obras Públicas.

El devenir de la historia marca un permanente progreso en la organización de este Ministerio y en las obras camineras que, con mayor o menor énfasis, va plasmando el estado en que ellas se encuentran en nuestros días.

Cabe destacar en este largo período que la Ley N° 11.508 de 1954 crea las condiciones necesarias para hacer más expedita la construcción del camino longitudinal desde Arica hasta Quellón.

En la administración del Presidente Gabriel González Videla se inicia la construcción del Camino Longitudinal (Ruta 5) o "Carretera Panamericana" junto a otros programas.

Refiriéndose al M.O.P. don Gabriel González expresa: "Durante mi gobierno, fue para mí una verdadera revelación la capacidad de los ingenieros, arquitectos y técnicos del Ministerio de Obras Públicas, sobre todo el sentido de responsabilidad en la elaboración y ejecución de los múltiples proyectos que se les encomendaron".

Este legado histórico, tan enriquecedor en realizaciones y preponderante en el desarrollo de nuestra patria, encuentra en la presente década a un Servicio renovado, con espíritu moderno y profesionales jóvenes en significativa proporción, llenos de vitalidad y empuje, insertos en una estructura regionalizada que, con el transcurso del tiempo, va acrecentando una optimización de la red vial, que siempre sustentará, como ente integrador, el desarrollo económico y social equilibrado de nuestro país.

Es responsabilidad de la Dirección de Vialidad y también su desafío, el mantener, recuperar e incrementar la estructura caminera del territorio nacional, adaptándola a las exigencias técnico-estructurales que la mantención del transporte requiere.

En este contexto, la primera gran tarea emprendida fue la recuperación de la Carretera Longitudinal que, con el avance de los años, fue cumpliendo su vida útil, situación que se vio agudizada con los aumentos de las cargas unitarias y la ausencia de controles, lo que llevó a esta ruta, fundamental para el desarrollo nacional, a un estado de deterioro de indiscutible gravedad. Afortunadamente hoy, tras largos años de trabajos y desvelos, podemos decir con legítima satisfacción que la misión ha sido cumplida, pues más de un 75% de ella se encuentra en perfectas condiciones de transitabilidad.

Esta experiencia nos dejó, además, una gran lección que jamás deberá ser olvidada, la necesidad de disponer y de mantener un programa de conservación de alta eficiencia, basado en métodos modernos de "seguimiento y gestión de pavimentos", que es,

precisamente, la denominación del Plan actualmente en plena ejecución. Para cumplir su trascendente objetivo, existen la voluntad, la técnica y los elementos de auscultación continua de los estados de serviciabilidad de nuestras vías, de su estructura y de su seguridad.

Como valioso complemento del Plan descrito y para asegurar la mantención de las vías, se ha puesto en marcha un sistema de control de peso por eje y total, moderno y debidamente implementado, que deberá ir aumentando y perfeccionándose con elementos portátiles para abarcar completamente la red.

Esta planificación permite que la Dirección de Vialidad tenga proyectada su labor en el mediano plazo en forma clara y definida; a esta situación podemos agregar los actuales programas de conservación de caminos transversales principales, de Vialidad Urbana y el Plan Integral de Conservación y Mejoramiento Vial, todo lo cual hace posible ir aumentando el nivel y cobertura del servicio de nuestras vías principales, secundarias y comunales.

Simultáneamente se están proyectando programas de apoyo a la producción en las diferentes regiones del país, para fomentar su desarrollo e incrementar la capacidad exportadora nacional; en efecto, el notable crecimiento de las exportaciones ha creado necesidades viales de demanda explosiva de tránsito en breves períodos de tiempo, lo que puede derivar, en el corto o mediano plazo, en virtuales "cuellos de botella", por insuficiencia de capacidad de caminos y puentes. Estas situaciones se están analizando, en base a todos los antecedentes disponibles, en un trabajo metódico y muy integrado con las regiones.

Cabe destacar, dentro de este contexto, el subprograma de "pavimentos económicos", inserto en cada uno de los programas ya mencionados; este tipo de pavimentos tendrá como consecuencia que al término del presente decenio se entregarán sobre 1.200 km de nuevos caminos pavimentados al servicio de la comunidad nacional, cifra importante que permitirá aumentar en un 13% la longitud total de caminos pavimentados nacionales.

Por la singular estructuración geográfica de nuestro país, no todos los puntos del territorio recibieron los beneficios de una vitalizadora comunicación. El histórico aislamiento de la legendaria Trapananda o Provincia de Aisén y, en general, de toda la Patagonia Chilena, inspiró a S.E. el Presidente de la República para concretar la necesidad de construir un Camino Longitudinal Austral interregional que permitiera unir la ciudad de Puerto Montt con Coihaique. Como objetivos siguientes se estableció su prolongación a Cochrane, a Puerto Yungay y, finalmente, a Villa O'Higgins, conformando una nueva ruta longitudinal (Ruta 7) que, en sus inicios, tendrá algunos transbordos marítimos relativamente menores, con una longitud total de 1.240 km.

Esta decisión que tiene carácter de histórica, conlleva una trascendencia geopolítica e integradora que solamente se podrá apreciar en toda su magnitud en el transcurso de los años.

La construcción de esta ruta dio origen al Programa Red Vial Austral que comprende, además, los caminos transversales y que permitirá una acción de unificación general de las regiones X y XI y de fomento forestal, ganadero, minero, cultural y de todo cuanto signifique progreso y desarrollo.

Hasta 1986 se han construido 2.022 km pertenecientes a esta red y 23 puentes definitivos.

La significativa fecha que estamos celebrando tan jubilosamente nos hace meditar hondamente en que el enorme y trascendental progreso alcanzado constituye un precioso precedente, que representa un desafío a nuestras generaciones actuales y a las venideras.

No debe olvidarse que formamos parte de una cadena histórica heredera de un acervo tecnológico y científico que debe continuar en constante perfeccionamiento, siempre ascendente y entusiasta, en beneficio de nuestro Ministerio y de nuestra Patria.



Puente nuevo sobre el río Biobío en Concepción, es el más largo de Chile.

Programa complementario de recuperación vial

Préstamo 78 y 79/IC-CH del
Banco Interamericano de Desarrollo

Claudio Dañin Dueñas
Ingeniero Civil

Hacia fines de 1980 la Dirección de Vialidad con fondos sectoriales de su Presupuesto (FS) ya había repavimentado algunos tramos de la Carretera Longitudinal, verdadera columna vertebral del sistema vial nacional. Además, con financiamiento parcial proveniente de un préstamo otorgado por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), tenía programada la ejecución de otros tramos de dicha carretera.

Dado que el deterioro de los pavimentos no es un fenómeno lineal con el tiempo, sino que se acelera en su último período de vida, mientras se desarrollaban los programas anteriores se vio la necesidad de actuar sobre otros sectores de la Carretera Longitudinal y de algunas rutas transversales que forman parte de la más importante infraestructura vial del país, considerada su configuración geográfica y polos de desarrollo.

Para su materialización se gestionó un préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que financiaría parcialmente proyectos de la Carretera Longitudinal entre La Serena y Puerto Montt, el acceso a Concepción por Cabrero y las variantes de la cuesta Lastarria y del Longitudinal por Máfil y Los Lagos.

Fue así como en noviembre de 1980 se tuvieron las primeras conversaciones con personeros del BID, en Chile, y en febrero de 1981 personeros del MOP viajaron a Washington, portando las Bases Administrativas, Especificaciones Técnicas y Términos de Referencia, generales, del Programa, para analizarlo con los técnicos del Banco. Al mismo tiempo se estudiaron los términos del contrato con el BID. En julio de 1981 el BID aprobó el préstamo 78/IC-CH por US\$ 126.000.000, y el préstamo complementario 79/IC-CH por US\$ 35.000.000 los que totalizan US\$ 161.000.000, y como el programa ascendía a US\$ 360.000.000 se requería una inversión fiscal de US\$ 199.000.000.

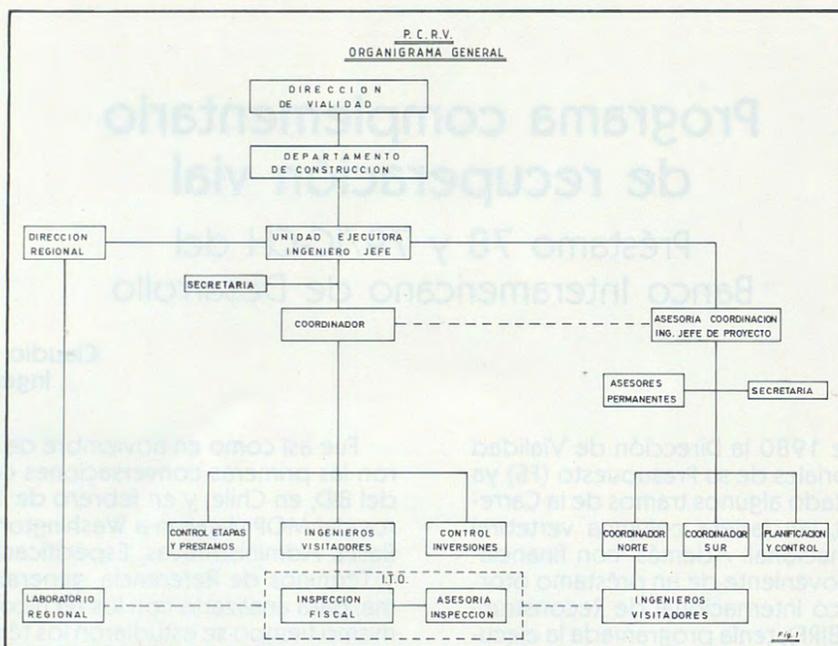
Una vez aprobado el préstamo hubo que constituir una Unidad Ejecutora que en forma centralizada se encargara de abordar todos los aspectos necesarios para ejecutar el programa conforme a los términos del contrato de préstamo.

Esta Unidad Ejecutora fue designada por Resolución DV. N° 3478 del 13 de octubre de 1981 y en figura N° 1 se muestra su organigrama general.

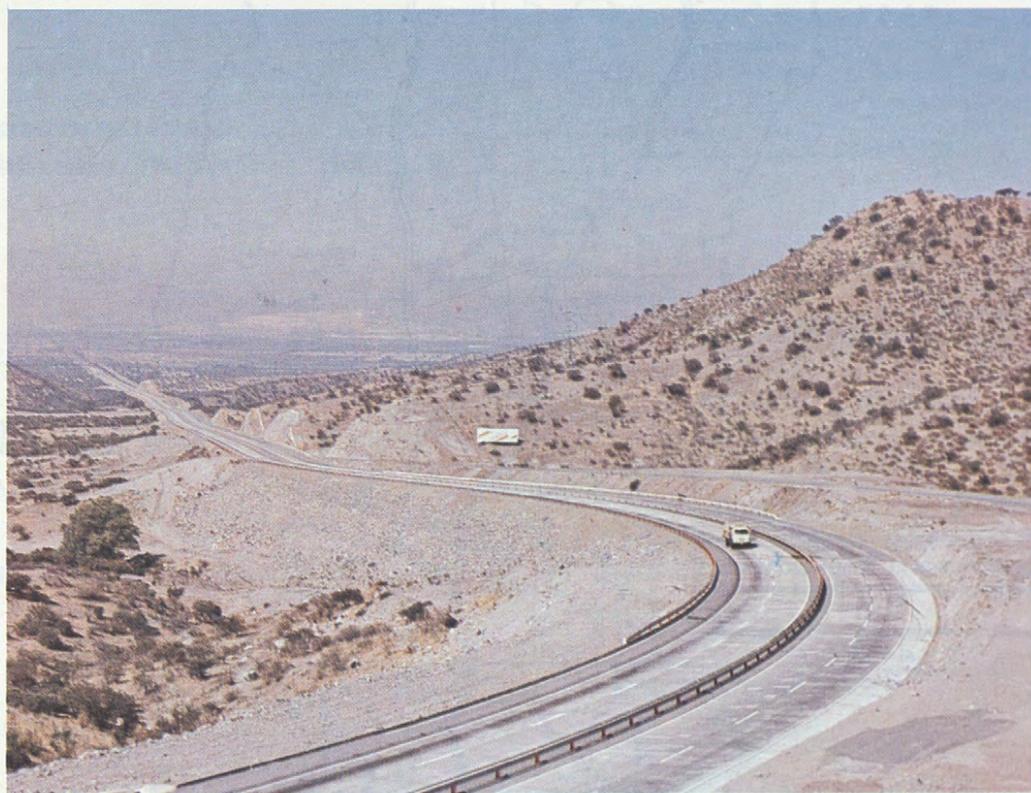
El detalle del costo estimado del programa es el siguiente, expresado en miles de dólares.

	PRESTAMO 78/IC-CH	PRESTAMO 79/IC-CH	APORTE LOCAL	TOTAL	%
1.- Ing. y Administración	—	—	19.200	19.200	5,3
1.1 Insp. Fiscal	—	—	2.000	2.000	0,6
1.2 Asesoría 1	—	—	100	100	0,0
1.3 Asesoría 2	—	—	2.100	2.100	0,6
1.4 Asesoría 3	—	—	15.000	15.000	4,1
2.- Costos Directos	124.740	35.000	141.460	301.200	83,7
2.1 Construcción	124.740	35.000	141.460	301.200	83,7
3.- Costos Financieros	1.260	—	38.340	39.600	11,0
3.1 Comisión Crédito	—	—	2.610	2.610	0,7
3.2 Comisión Crédito (P. 79/IC-CH)	—	—	240	240	0,1
3.3 Intereses Intercalarios	—	—	25.050	25.050	7,0
3.4 Intereses Intercalarios (P. 79/IC-CH)	—	—	10.440	10.440	2,8
3.5 Insp. y Vigilancia (P. 78/IC-CH)	1.260	—	—	1.260	0,4
TOTALES	<u>126.000</u>	<u>35.000</u>	<u>199.000</u>	<u>360.000</u>	<u>100,0</u>
Porcentajes	(35,0)	(9,7)	(55,3)	(100,0)	

Los sectores a repavimentar lo componían las siguientes cinco series de proyectos:



SECTOR	Longitud Tramo Km.	Longitud Total Km.
1a. Serie Concepción-Cabrero Biobío-Esperanza • Acceso sur puente Biobío-Acceso norte Mulchén • Acceso sur Mulchén-Cuesta Esperanza Menelhue-Acceso norte Chillán	8,30 14,49	46,00 22,79 12,00
2a. Serie By Pass Lastarria Rucaco-Río Bueno • Choroy-Río Bueno • Rucaco-Pichoy • Puente Piedra Blanca-Paillaco	18,00 24,70 15,00	41,00 57,70
3a. Serie Nos-Codegua Tipaume-Pelequén • Rancagua-Los Lirios • Tipaume-Pelequén Antivero-Teno • Puente Antivero-Cuesta González • Chimbarongo-Teno • Cuesta González-Chimbarongo	6,70 11,50 5,60 14,90 6,50	46,90 18,20 27,00
4a. Serie Puente El Chivato-Chigualoco Quebrada Gálvez-Amolanas • Quebrada Gálvez-Puerto Oscuro • Puerto Oscuro-Amolanas	2,30 23,20	58,90 25,50
5a. Serie Claudio Vicuña-Polpaico • Claudio Vicuña-Quilicura • Quilicura-Polpaico Montenegro-La Calera • Puente Aconcagua-La Calera • Cuesta La Trampilla-Montenegro	13,48 27,35 11,10 4,80	40,83 15,90



Cuesta la Trampilla, Carretera Longitudinal Norte, Región Metropolitana, año 1985.

Las cinco series anteriores arrojan un total de 412,72 km.

En noviembre de 1981 ya se había adjudicado la Primera Serie de proyectos y en noviembre de 1982, se inauguró la primera obra (sector Menelhue-Chillán) lo que constituye un caso excepcional de rapidez en este tipo de operaciones internacionales.

Las Bases Administrativas establecían que el Programa lo constituían cinco series de proyectos que sumaban aproximadamente 400 km de repavimentación con un presupuesto de 360 millones de dólares. Progresivamente el Préstamo empezó a tener un mayor rendimiento por efecto de la modificación de la tasa cambiaria, de la depresión del mercado y de la administración del mismo, que encuadraba las inversiones en sus costos y plazos originales de no mediar circunstancias extraordinarias. Esto determinó estudiar un aprovechamiento integral del Préstamo, lo que permitió incluir tramos no considerados inicialmente.

Para hacer posible la inclusión de los proyectos que permitirían el aprovechamiento de la totalidad del Préstamo, fue preciso solicitar al BID

ampliación del ámbito del Préstamo y del plazo de inversión.

Las consecuencias de los temporales de junio de 1986 sobre la estructura vial en varios sectores del país, hicieron necesaria la revisión de prioridades del Programa para atender las emergencias producidas. A solicitud del prestatario, el Banco Interamericano de Desarrollo aprobó la inclusión de estas obras y la readecuación del Programa.

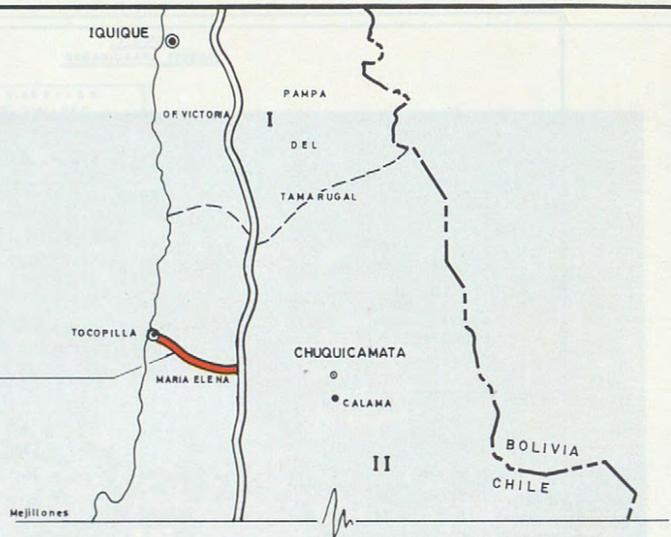
Con ello el Programa queda finalmente integrado por los proyectos indicados en Anexo N° 1 y que totalizan 1.074 kilómetros. En figuras 2a y 2b puede observarse la ubicación geográfica de estos proyectos.

De esta forma el Programa llegó a incluir importantes caminos transversales en las Regiones II, V, y VIII, el último tramo del Camino Longitudinal, como es el sector Castro-Quellón, y la ejecución de algunas obras de defensas fluviales.

El proyecto Tocopilla-Crucero, actualmente en ejecución, permitirá un expedito acceso del Longitudinal al Puerto de Tocopilla y cuando se

PROGRAMA COMPLEMENTARIO
DE RECUPERACION VIAL.
P. C. R. V.

TOCOPILLA - CRUCERO



SIMBOLOGIA

	CONTRATOS EN EJECUCION
	CONTRATOS EJECUTADOS
INFORMACION AL 15 DE MAYO 1987	

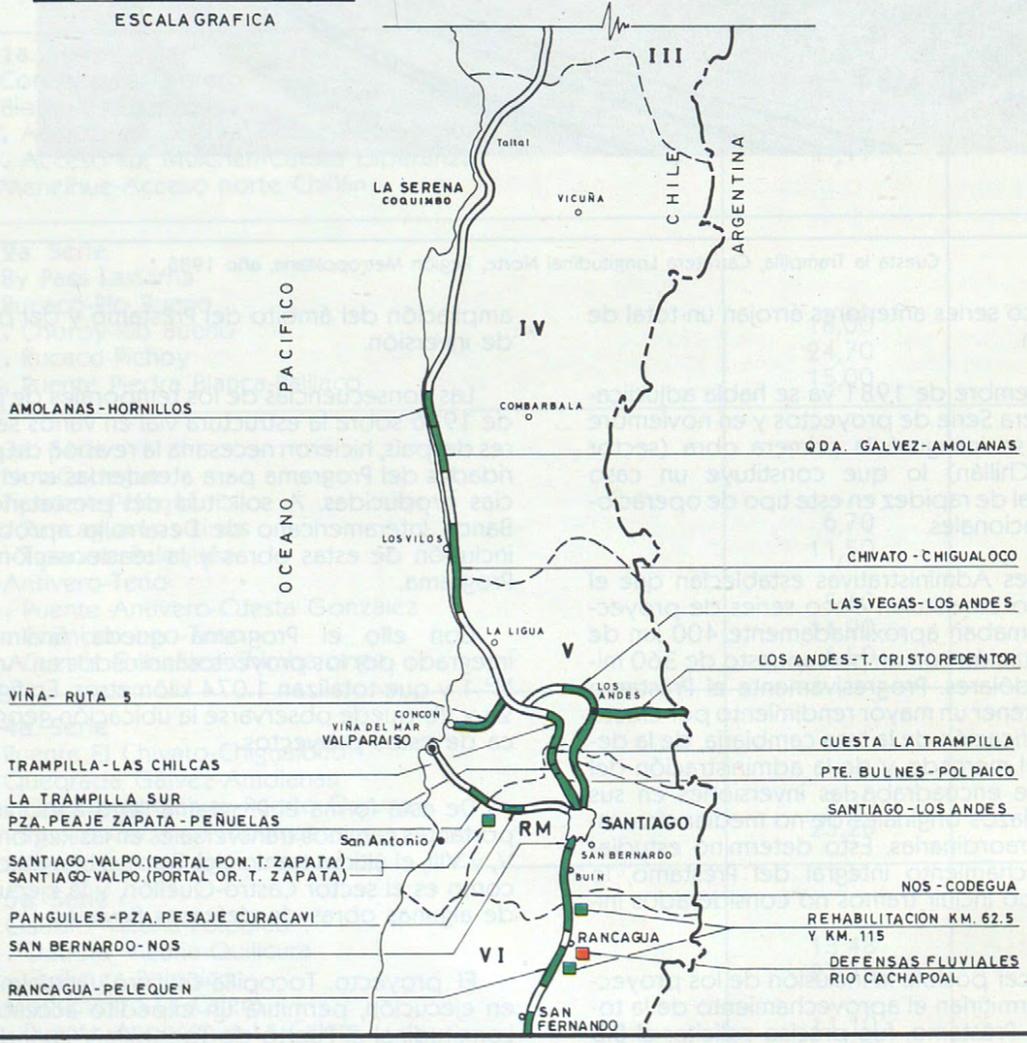
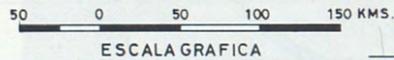


Fig. 2a

PROGRAMA COMPLEMENTARIO
DE RECUPERACION VIAL
P. C. R. V.

ACCESOS PUENTE TINGUIRIRICA

ACCESOS PUENTES TENO, GUAYQUILLO Y SECO

QUIRIHUE-COELEMU
(PUENTE Y CAMINO)

STA. ELISA-LARQUI

PTE. ITATA-PTE. PERALES

MININCO-PIDIMA

TEMUCO-GORBEA

BY PASS LASTARRIA S/GORBEA

MAFIL-LOS LAGOS

PAILLACO-SAN PABLO

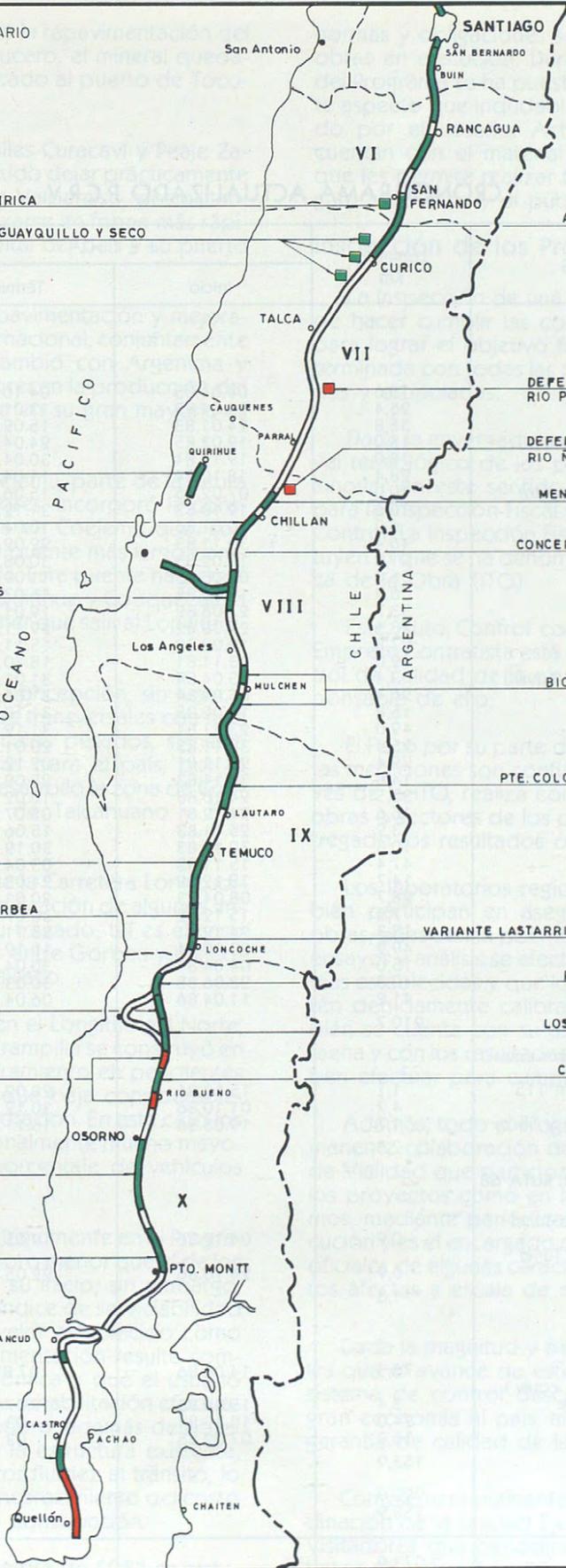
OSORNO-CASMA

FRUTILLAR-PTO. MONTT

CASTRO-QUELLON I

CASTRO-QUELLON II

PACIFICO
OCEANO



ANTIVERO-TENO

DEFENSAS FLUVIALES RIO PUTAGAN

DEFENSAS FLUVIALES RIO ÑUBLE

MENELHUE-CHILLAN

CONCEPCION-CABRERO

BIOBIO-ESPERANZA

PTE. COLO-ACC. LAUTARO

VARIANTE LASTARRIA S/LONCOCHE

RUCACO-MAFIL

LOS LAGOS-PAILLACQ

CHOROY-RIOBUENO

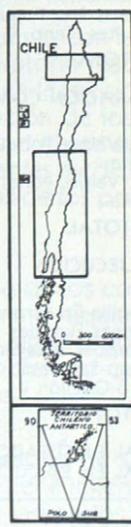


Fig. 2b

CRONOGRAMA ACTUALIZADO P.C.R.V.

PROYECTOS	Longitud Km	FECHA		% Avance Físico
		Inicio	Término	
EJECUTADOS				
Amolanas-Hornillos	15,6	09.01.85	04.10.86	100
Qda. Gálvez-Amolanas	25,4	24.01.83	13.01.85	100
Chivato-Chigualoco	58,8	24.01.83	15.02.85	100
Viña-Cruce Ruta 5	13,0	12.03.85	24.04.87	100
Las Vegas-Los Andes	18,0	19.12.84	30.04.86	100
La Trampilla-Las Chilcas	28,4	18.12.84	11.04.86	100
Los Andes-Túnel Cristo Redentor	19,0	07.02.85	15.06.87	100
Cuesta La Trampilla	10,6	19.10.83	31.12.84	100
La Trampilla Sur	6,0	10.01.86	10.04.86	100
Pte. Bulnes-Polpaico	46,4	30.11.83	22.02.85	100
Peaje Zapata-Peñuelas	21,0	19.02.85	30.08.86	100
Panguiles-P.P. Curacaví	36,0	08.05.85	11.09.86	100
San Bernardo-Nos	6,2	19.06.85	16.03.86	100
Nos-Codegua	53,7	27.08.82	19.01.84	100
Rancagua-Pelequén	18,1	27.08.82	19.11.83	100
Antivero-Teno	27,8	19.08.82	15.11.83	100
Menelhue-Chillán	12,0	23.11.81	18.10.82	100
Quirihue-Coelemu, Pte. (km equiv.)	3,4	05.04.84	31.01.86	100
Quirihue-Coelemu, Camino	26,4	05.04.84	31.01.86	100
Sta. Elisa-Larqui	15,8	18.02.85	31.12.86	100
Cabrero-Concepción	49,0	23.11.81	31.12.84	100
Pte. Itata-Pte. Perales	25,4	30.11.83	20.01.86	100
Biobío-Esperanza	22,4	23.11.81	02.12.83	100
Mininco-Pidima	14,8	30.11.83	28.02.85	100
Pte. Colo-Acc. Lautaro	35,5	24.10.83	10.02.85	100
Vte. Lastarria	15,6	24.12.81	05.07.83	100
Vte. Lastarria S/Gorbea	13,2	25.11.83	15.06.85	100
Vte. Lastarria S/Loncoche	10,8	30.11.83	30.12.84	100
Temuco-Gorbea	47,4	15.11.83	03.04.87	100
Rucaco-Máfil	14,7	15.12.82	24.03.84	100
Máfil-Los Lagos	28,7	08.04.83	20.01.86	100
Los Lagos-Paillaco	7,2	15.12.82	30.07.85	100
Choroy-Río Bueno	18,3	24.12.81	23.11.83	100
Osorno-Casma	49,9	20.12.84	18.12.86	100
Castro-Quellón I	15,0	04.04.84	30.04.86	100
Frutillar-Puerto Montt	40,0	28.06.85	30.03.87	100
Santiago-Los Andes	41,2	11.04.86	06.04.87	100
SUB-TOTAL	910,7			
OBRAS DE EMERGENCIA (km equiv.)				
Rehabilitación km 62,5 y km 115	1,1	15.12.86	28.02.87	100
Accesos Pte. Tinguiririca	4,7	01.10.86	30.12.86	100
Acc. Ptes. Teno, Guayquillo y Seco	1,7	19.08.86	15.11.87	100
SUB-TOTAL	7,5			
REPARACION COMPLEMEN. RUTA 68				
Stgo. Valpo. Portal Poniente Túnel Zapata	0,9	04.12.86	19.05.87	100
Stgo. Valpo. Portal Oriente Túnel Zapata	0,9	24.10.86	22.05.87	100
SUB-TOTAL	1,8			
EN EJECUCION				
Tocopilla-Crucero	70,5	14.04.86	07.87	50
Defensas Fluviales Ríos (km equiv.)				
Cachapoal, Putagán y Nuble	3,4	15.04.86	19.07.87	72,6
Paillaco-San Pablo	24,0	18.12.84	03.88	33,4
Castro-Quellón II	56,0	07.02.85	03.88	30,6
SUB-TOTAL	153,9			
TOTAL EJECUTADO	920,0			
TOTAL EN EJECUCION	153,9			
TOTAL	1.073,9			

ejecute el mejoramiento y la repavimentación del sector Chuquicamata-Crucero, el mineral quedará directamente comunicado al puerto de Tocopilla.

Los proyectos Panguiles-Curacaví y Peaje Zapata-Peñuelas han permitido dejar prácticamente terminada la doble vía a Valparaíso, posibilitando a sus usuarios desplazarse en forma más rápida y segura entre la capital del país y su puerto más importante.

Los proyectos de repavimentación y mejoramiento en el camino internacional, conjuntamente con beneficiar el intercambio con Argentina y países del Atlántico, favorecen la producción del valle de Aconcagua, que en su gran mayoría es fruta para exportación.

El sector Quirihue-Coelemu, parte de la futura Ruta de Los Conquistadores, incorporó la construcción del puente Itata en Coelemu que, con 780 m de longitud, es el puente más largo construido en la última década. Este puente ha permitido integrar la zona de Quirihue y Cobquecura a su Capital Regional, sin tener que salir al Longitudinal.

El proyecto Cabrero-Concepción, sin lugar a dudas uno de los caminos transversales con más alto porcentaje de vehículos pesados, significa una importante economía para el país, por lo gravitante que es en su desarrollo la zona de Concepción y sus puertos de Talcahuano y San Vicente.

La repavimentación de la Carretera Longitudinal ha posibilitado la modificación de algunos importantes sectores de su trazado; tal es el caso de las variantes ubicadas entre Gorbea y Loncoche y entre Rucaco y Paillaco.

De la misma manera en el Longitudinal Norte, el sector de la cuesta La Trampilla se construyó en doble vía y con un mejoramiento en pendientes y radios de curvaturas, que baja considerablemente sus costos de explotación. En este caso los beneficios son proporcionalmente mucho mayores por existir un alto porcentaje de vehículos pesados.

Los tramos incluidos últimamente en el Programa presentaban un deterioro menor que el de los tramos considerados en su inicio; sin embargo, cabe hacer notar que su índice de serviciabilidad siempre es inferior a 2, valor establecido como límite para que la repavimentación resulte comparativamente más económica y que el usuario tenga menos perjuicios. La rehabilitación efectuada en esta etapa de deterioro, además de obtener un mayor aporte de la estructura existente, permite otorgar una mayor fluidez al tránsito, lo que incide en un menor encarecimiento del costo de transporte durante la construcción.

Con fecha 3 de septiembre de 1981 se obtuvo la Resolución D.V. N° 3049 (Exenta) que fija

normas y obligaciones sobre señalización en las obras en ejecución. Durante todo el desarrollo del Programa se ha puesto especial énfasis en este aspecto que indudablemente ha sido apreciado por el usuario. Actualmente las empresas cuentan con el material adecuado y necesario que les permite realizar faenas en forma más segura para ellos y el público en general.

Inspección de los Proyectos.

La Inspección de una obra tiene la obligación de hacer cumplir las condiciones contractuales para lograr el objetivo final de obtener la obra terminada con todas las características proyectadas y estipuladas.

Dada la envergadura del Programa y el alto nivel tecnológico de los proyectos, fue necesario innovar en este sentido, contratando asesorías para la Inspección Fiscal y estableciendo el Auto Control. La Inspección Fiscal y su Asesoría constituyen lo que se ha denominado Inspección Técnica de la Obra (ITO).

Este Auto Control consiste en que la propia Empresa Contratista está obligada a llevar el control de calidad de la obra que ejecuta y es responsable de ello.

El Fisco por su parte debe comprobar que estas mediciones son confiables, para lo cual, a través de la ITO, realiza controles aleatorios en las obras o sectores de los cuales la empresa ha entregado los resultados obtenidos por ella.

Los laboratorios regionales de Vialidad también participan en asegurar la calidad de las obras, pues tienen por misión comprobar que los ensayos y análisis se efectúen conforme a las normas establecidas y que los equipos utilizados estén debidamente calibrados. Por lo tanto también se cuenta con su asesoría técnica en cada faena y con los resultados de los ensayos que deben efectuar para cumplir con su cometido.

Además, todo el Programa cuenta con la permanente colaboración del Laboratorio Nacional de Vialidad que participa tanto en la revisión de los proyectos como en la ejecución de los mismos, mediante periódicas visitas durante su ejecución y es el encargado de tomar las mediciones oficiales de algunas características de los proyectos afectas a escala de multas.

Dada la magnitud y frecuencia de los controles que el avance de este Programa requiere, el sistema de control descrito ha significado una gran economía al país, al mismo tiempo que es garantía de calidad de las obras.

Complementariamente, la Asesoría de Coordinación de la Unidad Ejecutora tiene Ingenieros Visitadores que periódicamente visitan los contratos en ejecución e informan sobre su desarrollo técnico y administrativo.

Aspectos financieros del P.C.R.V.

En el cuadro Desarrollo Financiero del P.C.R.V. (Anexo N° 2) pueden apreciarse las inversiones anuales y sus fuentes de recurso.

Los años 1981 y 1982 reflejan el inicio del Programa influenciado por la puesta en marcha y la ejecución de los proyectos. Ya los años 1983, 1984 y 1985 nos muestran lo que podríamos llamar la inversión anual sostenida, período éste en que el Programa fue una importante inversión y fuente de trabajo nacional.

Desde 1986 a la fecha las características de las obras, función del estado de la carretera, de-

terminaron que su recuperación involucrara tramos de repavimentación y conservación mayor, que indudablemente tienen un menor valor promedio por kilómetro, y si consideramos que la cantidad de proyectos va en descenso, quedan claramente explicadas las inversiones de los años siguientes.

Las emergencias de 1986 obligaron también a distraer recursos técnicos y económicos repercutiendo en cierta medida en los plazos de ejecución previstos, lo que se refleja en un aumento de los costos de financiamiento.

Las inversiones a diciembre de 1986 son las siguientes:

Ingeniería y Administración	Miles US\$ 16.336	5,11%
Costo Directo de Obras	Miles US\$ 253.975	79,46%
Costos Financieros	Miles US\$ 49.334	15,43%
		100,00%

ANEXO N° 2

DESARROLLO FINANCIERO DEL P.C.R.V. (1)

(en miles de US\$)

20 de mayo de 1987

	AÑOS								TOTAL
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
Fuentes									
Desembolsos 78/IC-CH	6.255	11.820	31.824	44.495	22.601	—	—	2.081	119.076
Desembolsos 79/IC-CH	1.000	10.000	24.000	—	—	—	—	—	35.000
Fondos Inspección y Vigilancia	—	270	360	360	270	—	—	—	1.260
Fondos Locales para Asesorías, Insp. Fiscales, Intereses y Comisiones	591	5.013	9.350	14.085	16.623	18.708	17.988	5.612	87.970
Aporte Local Pago de Obras	—	6.845	15.053	14.857	31.137	34.128	12.050	2.624	116.694
TOTAL FUENTES	7.846	33.948	80.587	73.797	70.631	52.836	30.038	10.317	360.000

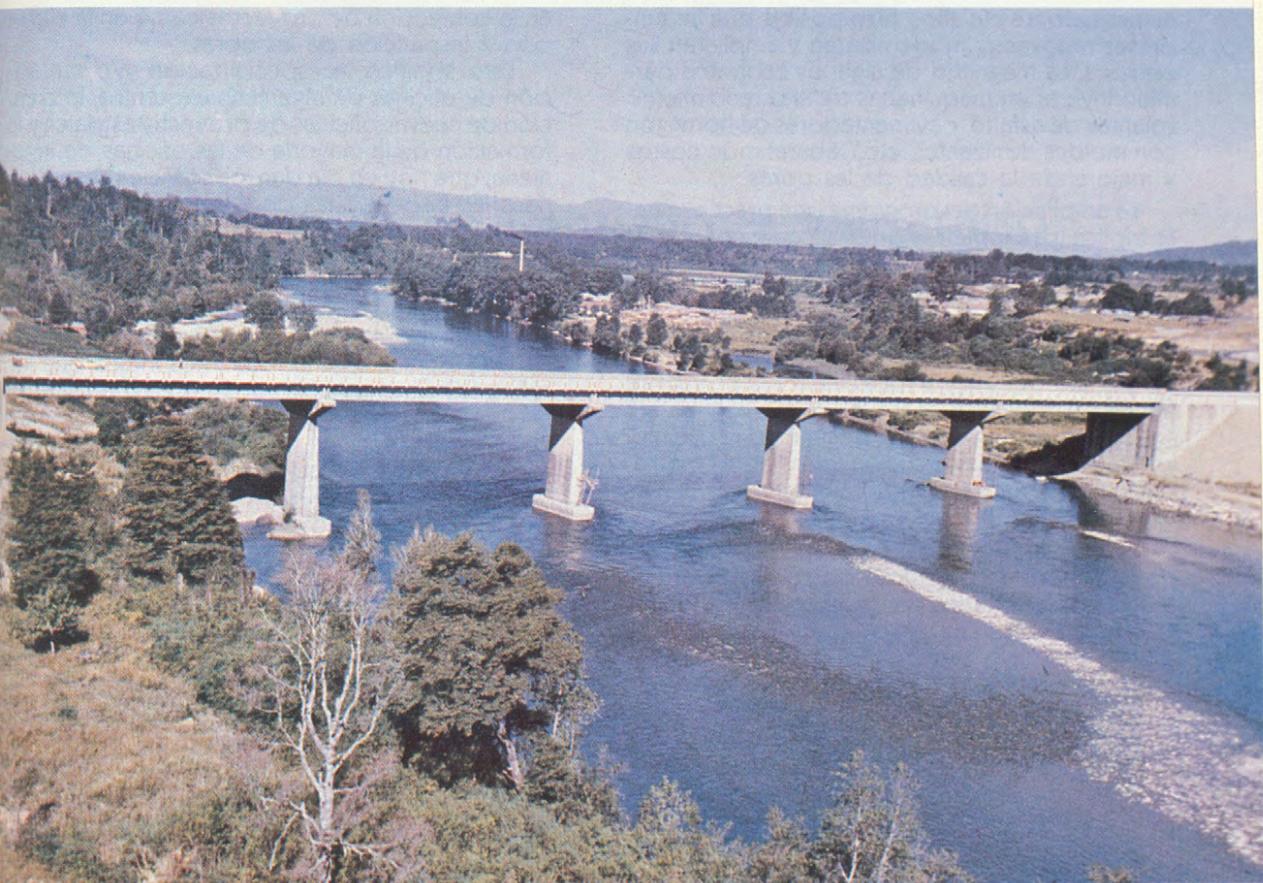
USOS	AÑOS								TOTAL
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
Pago de Obras	7.215	28.665	70.877	59.352	53.738	34.128	12.050	4.705	270.730
Pago Asesorías e Insp. Fiscal	631	2.365	3.626	4.751	3.040	1.923	644	220	17.200
Fondos Inspección y Vigilancia	—	270	360	360	270	—	—	—	1.260
Intereses y Comisiones	—	2.648	5.724	9.334	13.583	16.785	17.344	5.392	70.810
TOTAL USOS	7.846	33.948	80.587	73.797	70.631	52.836	30.038	10.317	360.000

Aporte tecnológico.

Aun cuando este Programa fue estudiado con un fin bien determinado, como quedó expresado inicialmente, no es menos cierto que la eje-

cución de un Programa de esta envergadura trae beneficios derivados que también son importantes para el país.

La existencia de un Programa financiado y planificado para cinco años, y posteriormente



Puente San Pedro. Variante Valdivia, año 1985.



Cuesta El Manzano, Región Metropolitana, años 1984-1985.

aumentado a siete años, hizo posible que las empresas renovaran, modernizaran y ampliaran sus equipos. La magnitud de algunos contratos permitió invertir en maquinarias de alto rendimiento (plantas de asfalto, pavimentadoras de hormigón con moldes deslizantes, etc.), abaratando costos y mejorando la calidad de las obras.

La ampliación del programa que prácticamente triplica los kilómetros originalmente considerados reforzó la confianza de continuidad de trabajo, asegurando una adecuada amortización de las inversiones.

En este aspecto el país queda equipado para continuar construyendo caminos con la calidad de los ya ejecutados.

Consecuentemente, fue posible exigir una mejor tecnología en la ejecución de las obras e introducir en nuestros caminos características al más alto nivel internacional.

La ejecución de este Programa ha requerido de una importante participación de ingenieros y técnicos relacionados con la Ingeniería Vial, tanto

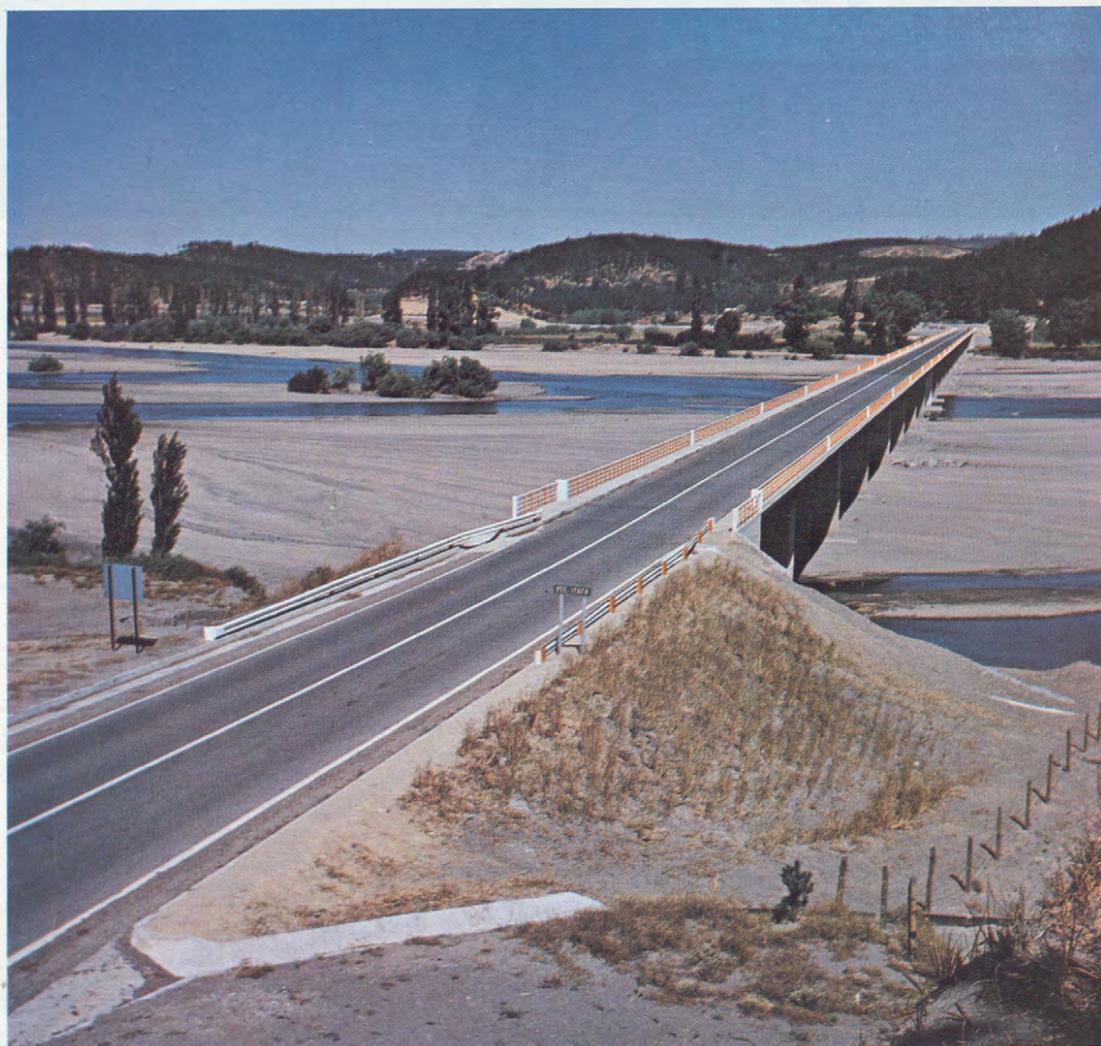
en la confección de proyectos como en la ejecución e inspección de las obras.

Esto significó la especialización y/o ampliación de oficinas de ingeniería existentes, la creación de nuevas oficinas de proyectistas viales y la formación de la mayoría de las oficinas de ingeniería, que hoy en día dan los servicios de asesoría a las Inspecciones de Obras Públicas.

En la ejecución de las obras ha sido necesario que los equipos de profesionales a cargo de estos proyectos fueran cada vez más completos y especializados para poder cumplir técnica y económicamente las especificaciones contractuales.

Una estimación a la fecha, nos indica que los recursos humanos utilizados en este programa, son del orden de 10.000 hombres-meses entre ingenieros y técnicos y unos 200.000 hombres-meses de personal administrativo y obrero.

Estas cifras y los 900 kilómetros ya reconstruidos sitúan a este proyecto entre uno de los más ambiciosos ejecutados por la Dirección de Vialidad en beneficio de sus usuarios y sus resultados son de público conocimiento.



Puente Itata en Coelemu, año 1985.

Nuevo camino Santiago — Valparaíso

Alberto Bull Simpfendorfer
Ingeniero Civil

Al cumplir cien años el Ministerio de Obras Públicas, es graficante reproducir un documento de casi el doble de antigüedad, elaborado durante el período colonial, que exhibe conceptos viales

similares a los manejados en nuestro tiempo. Se acredita así la perdurabilidad de las ideas de valor y nuestra pertenencia a una larga tradición tecnológica.

Acuerdo del Cabildo de Santiago de fecha 17 de mayo de 1791

La sesión que se transcribe a continuación fue extractada del libro: "Vías y medios de comunicación en Chile durante el Siglo XVIII - El camino Santiago-Valparaíso y su tráfico", de que es autora Sonia Pinto Vallejos, ediciones Departamento de Estudios Humanísticos, páginas 96 y 97, Universidad de Chile, 1976.

"SOBRE EL CAMINO DEL PUERTO DE VALPARAISO. 17-V-1791 (*).

f.1. *En la ciudad de Santiago de Chile, en diez y siete días del mes de mayo de mil setecientos noventa y un año (ilegible) deste Ilustre Cabildo Justicia y Regimiento, estando juntos y congregados en su sala de Ayuntamiento como lo han uso y costumbre en Cabildo Ordinario es a saber (los) que abajo firmaron, se hizo presente un Superior Orden del Muy Ilustre Señor Presidente fecho en el día de ayer en que Su Señoría ordena se le informe sobre la importancia, necesidad y medios de construir un nuevo camino que conduzca desde esta capital al puerto de Valparaíso en que se hace la parte principal o el todo del comercio deste reino. Y habiéndose discutido y m(e)ditado largamente sobre este particular, teniendo presente los daños y pérdidas que hasta lo presente ha experimentado el Pubo(sic) por la falta deste camino, sufriendo que los tercios de mucho volumen y peso se conduzcan por el partido de Melipilla haciendo un largo rodeo, por sendas llenas de atolladeros y pantanos en que se han dañado mercaderías de mucho valor, y que las que se conducen por el camino de las cuestras venga (f.1v) en arrias de mulas expuestas a extraviarse en los montes bravos y espesos que intermedian y hacen dificultoso un tránsito que debía haberse allanado desde el principio de la conquista como un medio esencial para facilitar el comercio de que pende la pública felicidad; era incontestable la utilidad y necesidad de dicho camino y que por lo mismo el cabildo debía dar y daba a Su Señoría las más eficaces y ardientes gracias por este pensamiento; y que respecto a que en las leyes que se había servido citarle estaban indicados los medios con que hacer el costo de la obra y que estos eran el de cargar su gasto a los que directamente disfrutaban su comodidad, cuáles eran los arrieros y carreteros que con el nuevo camino lograrían la ventaja de ahorrarse de la quiebra continua de sus carretas y pérdida de las mulas que cada día experimentan en su trajín, hallaban como congruente y análogo que verificado dicho camino, se hiciese pagar a cada carreta cargada cuatro reales (f.2) y a cada mula que condujese dos tercios a su lomo, medio real entendiéndose esta misma contribución por mitad a las carretas y mulas que pasaren por el mismo camino sin carga alguna, y con sólo el destino de recibirla en esta capital o en otra cualquiera parte. Asimismo acordaron que respecto a dicha obra del camino podía ser auxiliada desde luego con las herramientas que se han dado por existentes y sobrantes del nuevo camino de la Cordillera que acaba de construirse por los cuidados del mismo Señor*

(*) En A.N.S., A.C.S., vol. 76, 1-2.

Presidente y emplearse también los muchos formados que por delincuentes y vagos se podían destinar para que trabajen, además de que los hacendados de las inmediaciones que han de disfrutar la ventaja y comodidad del camino concurrirán para su mantención, según el Cabildo entiende que lo ha ofrecido todo lo que disminuye notablemente el costo calculado por los comisionados y debe animar a poner desde luego la mano a empresa suplica el Cabildo al Muy Ilustre Señor Presidente que (f.2v) usando de sus superiores facultades, eche mano del caudal de fondos que su prudencia estime por más conveniente por vía de suplemento y con cargo de reintegrarlo después del ramo indicado o contribución que han de hacer los arrieros y carreteros, procurando se aproveche la oportuna presente estación de invierno en que, humedecidas las tierras se facilite el trabajo y se hacen a menos costo las excavaciones que deben ejecutarse en las cuestas y altos del mismo camino. Y últimamente dispone que a fin de que el Señor Procurador que ha estado presente pueda evacuar el Informe por la representación deste Cabildo a que obliga la Superior Providencia enumerada, se le pasa encontinenti testimonio deste acuerdo para que lo haga presente a dicha superioridad. Y así lo acordaron y firmaron dichos señores, de que doy fee.

*D. Ramón de Rozas, José Miguel Pérez-Cotapos, Juan Domingo Tagle.
Juan José de (ilegible) y M. Baptista de las Cuevas.
Andrés Manuel de Villarreal, Escribano Público y de Cabildo”.*

Este acuerdo, tomado hace casi 200 años, nos permite constatar la admirable preocupación en un tiempo tan lejano por mejorar la infraestructura vial de nuestro país. Dignos de destacarse son los siguientes conceptos que, aunque expresados en términos diferentes, propios de su época, son similares a criterios viales del presente.

- Preocupación por el desarrollo vial.
- Justificación económica de las inversiones viales, fundada en el ahorro de costos de transporte.
- Peaje diferenciado, a fin de que los usuarios contribuyan al financiamiento de la obra.
- Aprovechamiento integral de los recursos disponibles, por la vía del empleo de herramientas sobrantes de otros trabajos.
- Absorción de cesantía y empleo de mano de obra ociosa.
- Contribución para la conservación vial por parte de los dueños de predios por los que pasa el

camino y se ven beneficiados por él.

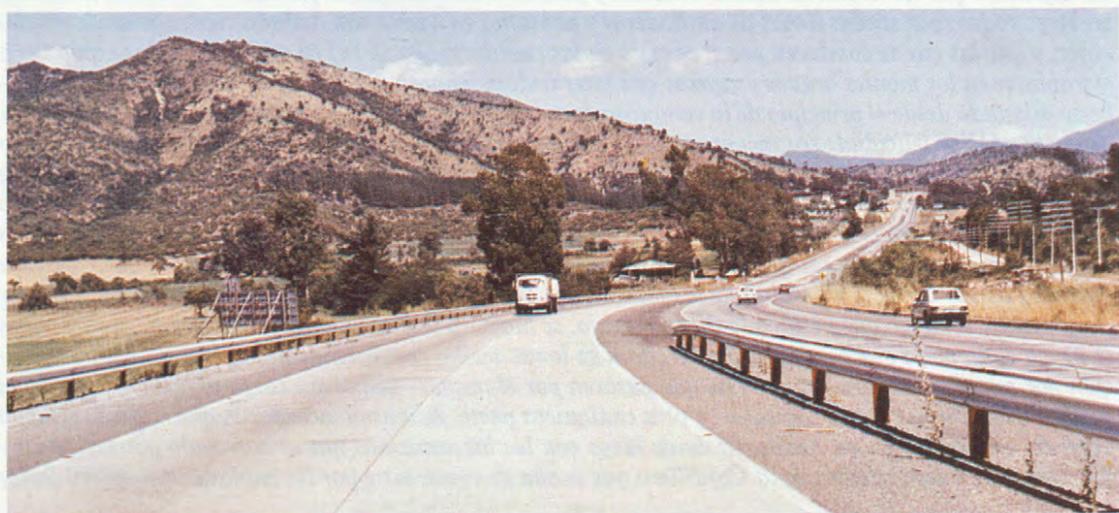
- Aprovechamiento de la temporada de trabajo apropiada.

Estamos ante un notable ejemplo de preocupación por el progreso del país, con visión social, que nos obliga a ahondar un espíritu de superación con visión de futuro y moderna tecnología.

Actualmente Vialidad, con la amplia gama de acciones, tanto de producción como de consolidación tecnológica, presenta un adecuado marco para que cada funcionario contribuya al perfeccionamiento de su quehacer. En lo posible, todos deben caracterizarse por su creatividad y empuje para el progreso de los caminos.

No debemos olvidar que hemos recibido una magna carga histórica, que constituye un compromiso para hacer realidad un futuro imaginativo y creador.

Segunda calzada Santiago a Valparaíso, sector peaje Zapata.



Uso de modelos computacionales en la planificación de conservación de caminos

Roberto Armijo Zarricueta
Ingeniero Civil

1.—Introducción.

La importancia de los problemas en general va ligada a la cantidad de recursos que involucra una actividad. El problema del transporte carretero en cualquier país es de suma importancia, ya sea por lo que significa en inversión para infraestructura como por lo que se gasta en operación de vehículos y sin contar el efecto económico en otros sectores productivos, los cuales requieren de un sistema vial que facilite e incluso en muchos casos haga factible la producción.

Por otro lado algunas de las preguntas comunes en el ámbito vial que no tienen respuestas obvias son:

- ¿Es mejor construir o reconstruir un camino con un gran diseño estructural inicial o hacerlo con un diseño concebido por etapas?
- ¿Con qué frecuencia se debe reperfilar o recibir un camino de grava y qué espesor se debe usar?
- ¿Qué trazado elegir ante varias alternativas de costos y geometría?

En el momento de invertir una cantidad limitada de recursos con equidad surge la pregunta acerca de cuál es la mejor distribución de fondos:

- ¿Rehabilitando un camino pavimentado o varios no pavimentados?, o bien,
- ¿Mejorando una carpeta tipo tratamiento superficial a una capa de concreto asfáltica?, o,
- ¿Mejorando un camino de tierra a grava?

En fin, sería muy largo de enumerar las posibilidades de inversión en el sector vial, las que son ampliamente conocidas.

La distribución de recursos no parece evidente ante la amplia gama de posibilidades de inversión que se dispone, especialmente cuando hay restricciones presupuestarias.

Conforme a lo anterior y a la enorme cantidad de recursos involucrados, se requiere una adecuada gestión vial, es así como la planificación cobra importancia y se hace necesario desarrollar métodos que cuantifiquen estos recursos y que relacionen las componentes del sistema de costos del transporte carretero como son los costos de inversión, costos de conservación, costos de operación de vehículos y costo de valor del tiempo de los usuarios, elementos que, entre otros, forman parte del objetivo global que es la minimización del costo total de transporte.

2.—Historia del HDM.

Al final de la década del 60, el Banco Mundial preocupado por la cantidad de inversiones en el sector caminero, se abocó a la tarea de perfeccionar los procedimientos de análisis técnico-económicos aplicados a la planificación vial.

Se tornaba imperioso conocer mejor las principales componentes de los costos totales de transporte caminero, así como las relaciones entre ellas. En vista de esto, en 1969 el Banco Mundial inició un proyecto para desarrollar un modelo de costos camineros, con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el Laboratorio de Investigaciones en Transporte y Carreteras del Reino Unido (TRRL) y una institución de investigación en Francia.

La primera fase fue terminada en 1971, el MIT desarrolló un modelo teórico denominado Modelo de Costos Carreteros (HCM). Por otra parte el TRRL se abocó al Estudio de Kenia para obtener las relaciones del deterioro en las carreteras y de los costos de operación de los vehículos.

Se desarrollaron tres modelos basados en los datos del Estudio de Kenia. El TRRL produjo el RTIM1 (Modelo de Inversiones en Transportes Vial) en 1975 y el Banco Mundial siguió dos años después con el HDM (Modelo de Diseño y Normas de Mantenimiento de Caminos), Versión I. El MIT también produjo una versión llamada RIAM (Modelo de Análisis de Inversiones Viales).

Después de experiencias observadas mediante la utilización de la Versión I del modelo HDM en varias evaluaciones de proyectos de carreteras del Banco Mundial, éste llevó a cabo más esfuerzos para modificar y mejorar el modelo, trabajo que condujo a la Versión II del HDM.

Otros estudios similares al de Kenia se realizaron en Brasil, India y otros países, obteniendo relaciones matemáticas adecuadas, las cuales proporcionan las bases para una generalización del modelo.

Por esto, el HDM es un modelo "vivo", en el sentido de que las relaciones básicas que contiene se han ido modificando a medida que surgen nuevos aportes y se van agregando nuevos elementos, cuando tras aplicaciones sucesivas, se hace evidente su conveniencia.

En este momento se dispone del modelo HDM en su tercera versión y posee las relaciones de costos de operación de vehículos de Kenia, Caribe, Brasil e India, así como las relaciones de deterioro de diferentes combinaciones estructurales entre siete tipos de superficie y tres tipos de bases, obtenidas fundamentalmente del estudio de Brasil.

3.—Descripción del modelo de evaluación económica HDM.

3.1 Descripción General.

El HDM (Highway Design and Maintenance Standards Model) es un modelo computacional que permite evaluar económicamente políticas de inversión, conservación y operación de caminos, a través de la simulación del comportamiento de los vehículos y del deterioro de la estructura del camino.

El modelo considera factores tales como: la geometría, medio ambiente, estado inicial de la superficie, aspectos estructurales e historia del camino.

Por otro lado al modelo se le deben proporcionar las características físicas del proyecto, los costos y normas de construcción y conservación

de cada alternativa, el nivel y proyecciones de tránsito, los precios de insumos, las características de los vehículos, el valor unitario de los ahorros de tiempo y en caso que se desee se pueden incluir externalidades como son, costos y beneficios por ahorros de accidentes, costo de pérdida de valor en productos por inaccesibilidad y otros.

El modelo calcula internamente las velocidades vehiculares, los consumos de recursos de operación, el deterioro del camino y las cantidades de obras de conservación, en función de las normas de diseño y conservación, del tránsito y de las condiciones ambientales.

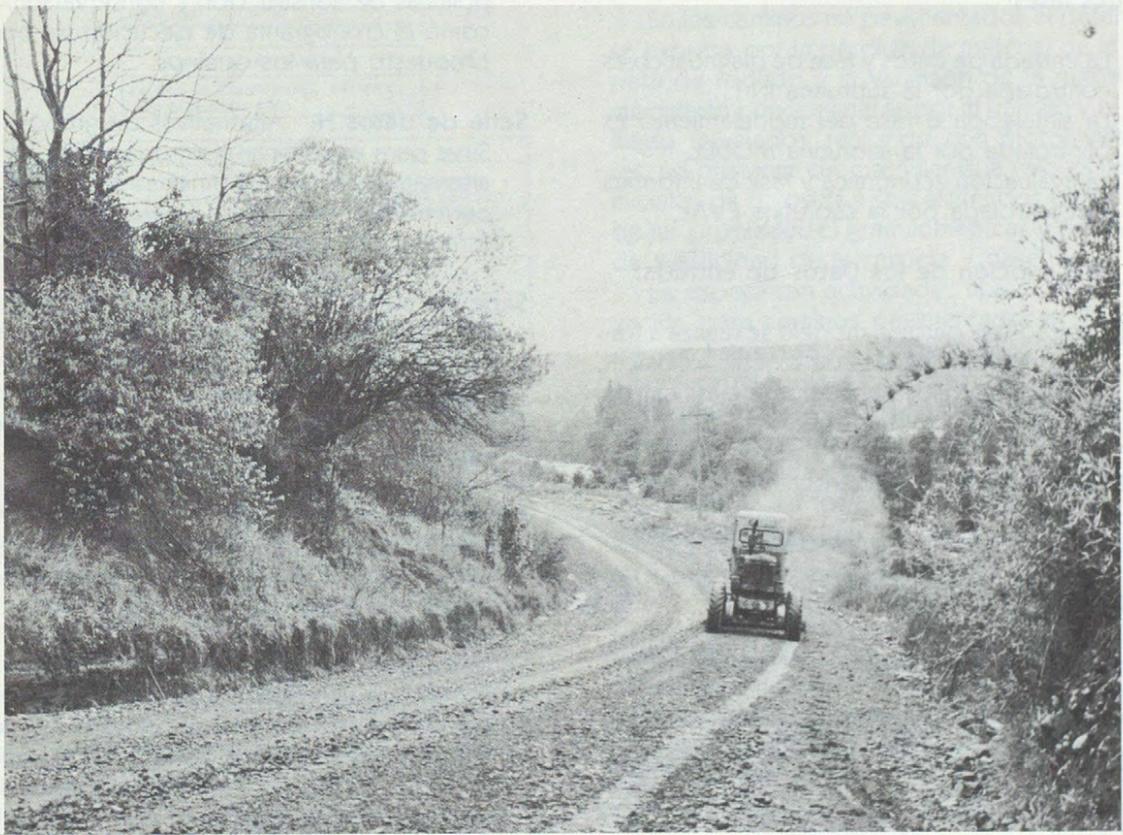
El modelo sirve tanto para un proyecto que sigue un alineamiento específico o para una red integral de caminos. Además es aplicable a mejoramientos de caminos existentes, donde el tránsito normal prevalece sobre el transferido o inducido y opera en régimen de flujo libre, siendo aplicable a carpetas de rodado asfálticas, de ripio y de tierra. Esto significa que el modelo es válido en análisis económico, donde los principales beneficios de un proyecto se generan por ahorro en costos de operación del tránsito existente.

El modelo provee los resultados del análisis económico (costos totales de transporte descontados, tasa interna de retorno, valor presente y beneficios del primer año) para la comparación de alternativas o grupos de alternativas, siendo así posible encontrar la que ofrezca el costo total más bajo. Tiene la capacidad de analizar su sensibilidad en relación a cambios en las variables claves, tales como los costos de construcción, costos de mantención, costos de operación de vehículos, costos y beneficios exógenos y valor del tiempo de los usuarios.

3.2. Descripción de la estructura del modelo HDM.

El modelo está estructurado en subrutinas secuenciales en las que se diferencian tres niveles jerárquicos:

- Nivel 1: Programa maestro que llama a tres subrutinas principales.
- Nivel 2: Subrutinas principales INIT, MODEL y EVAL.
- Nivel 3: Subrutinas subordinadas que ejecutan diferentes funciones en cada etapa; en total el modelo ocupa 85 subrutinas.



Acopio y carga de material granular para recebar caminos.

El HDM está construido de modo que opera en tres fases:

- i) La entrada de datos y fase de diagnóstico es controlada por la subrutina INIT.
- ii) La simulación o fase del modelamiento es controlada por la subrutina MODEL.
- iii) La evaluación económica y fase de informes es controlada por la subrutina EVAL.

3.3 Descripción de los Datos de entrada.

La entrada de datos al modelo se realiza a través de tarjetas o imágenes de tarjetas, codificadas en un formato fijo. Estos datos se clasifican en once series, desde la A hasta la K.

Serie de datos A: Características existentes de arcos.

Esta serie describe las características y condiciones de los tramos viales al comienzo del período de análisis.

Serie de datos B: Opciones de construcción y costos.

Sirve para especificar cambios como mejoras de construcción, a ser efectuadas en los tramos viales, incluyendo los costos y las características del camino después de las mejoras.

Serie de datos C: Normas de conservación vial y costos unitarios.

Se usa para especificar un conjunto de normas alternativas de conservación, que son aplicadas a diferentes tipos de superficies de vías y los costos de conservación asociados.

Serie de datos D: Características de vehículos y costos unitarios.

En esta serie se describen factores de utilización y los costos unitarios relacionados con los diferentes tipos de vehículos.

Serie de datos E: Volúmenes de tránsito y características del crecimiento.

Sirve para describir las características del tránsito vehicular en términos del volumen y composición durante el año base, además de las características de crecimiento, así como el tránsito inducido.

Serie de datos F: Costos y beneficios exógenos.

Esta serie permite que el usuario incorpore beneficios y costos calculados exógenamente y que se deseen incorporar al análisis.

Serie de datos G: Alternativas de arcos.

Permite especificar opciones alternativas de políticas de construcción y conservación, así como el cronograma de ejecución de obras propuesto para los caminos.

Serie de datos H: Alternativas de grupos.

Sirve para especificar el agrupamiento de las alternativas de arco definitivas en la serie G, para análisis económicos y preparación de informes globales.

Serie de datos I: Solicitud de informes.

Sirve para solicitar varios tipos de informes sobre costos, cantidades de operación de vehículos y condiciones de la superficie del camino, en arcos y alternativas de grupos específicos.

Serie de datos J: Comparación de alternativas.

Esta serie permite especificar la comparación económica de las diferentes alternativas de arco y de grupo.

Serie de datos K: Información de control.

Permite proporcionar parámetros globales para la corrida del modelo, así como títulos, fechas, años de análisis; controla la impresión de algunos informes, así como la preparación de los datos de entrada para el modelo de restricción presupuestaria.

Las seis primeras series de la A a la F son entradas de datos que describen los tramos viales, proyectos a ser estudiados y las condiciones de tránsito, necesarios para cualquiera evaluación económica. Las otras series G a K pueden considerarse de uso exclusivo para la operatoria del modelo.

La entrada de todos los datos de costos pueden ser especificados en términos de costos económicos, costos financieros y de componentes en moneda extranjera.

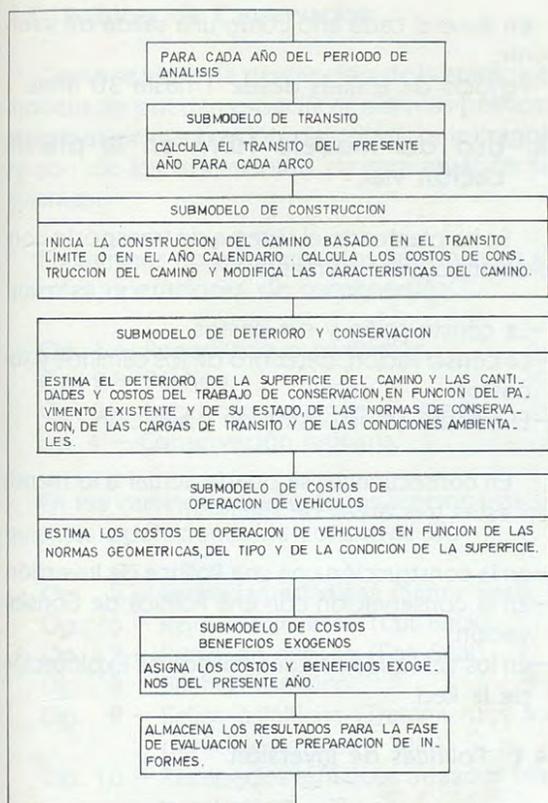
3.4 Descripción de la simulación.

La Figura muestra la secuencia de operaciones de la fase de simulación para un camino o tramo específico de camino.

Se aplica una serie de submodelos para cada año del período de análisis, en el siguiente orden:

3.4.1 Submodelo del tránsito.

Corresponde al que iniciándose con el tránsito del año base y con las tasas de crecimiento especificadas por el usuario, para cada tipo de vehículo, estima para cada año de análisis los volúmenes de tránsito.



Figura

3.4.2 Submodelo de construcción.

Asigna los costos de construcción especificados por el usuario al período de construcción. Actualiza el estado del camino después de la construcción y pone en actividad el tránsito generado, al igual que los costos y beneficios exógenos, a medida que se completa la construcción. Los diversos tipos de opciones de construcción planteados que se pueden hacer con el submodelo incluyen: estimación endógena de cantidades de obras, en función de las normas geométricas de diseño y del relieve del terreno, construcción nueva, recapados, reconstrucción de pavimentos, ensanches y realineamientos.

3.4.3 Submodelo de deterioro y conservación.

Estima las condiciones de la superficie del camino en función de la norma inicial de diseño, de las condiciones de la superficie durante el año anterior, del volumen y composición del tránsito del año en curso, del clima y de la política de conservación especificada. Se puede estimar el deterioro de la superficie, tanto para caminos pavimentados como sin pavimentar.

En los caminos pavimentados el deterioro se expresa en función del agrietamiento, pérdida de

áridos, baches y ahuellamiento, los que afectan la progresión de la "rugosidad".

En los caminos no pavimentados el deterioro se expresa por la pérdida de material de la carpeta de rodado y la variación de la rugosidad modulado principalmente por el tránsito y el perfilado (nivelado), realizado con motoniveladoras; no obstante cabe señalar que valores límites iniciales de rugosidad son estimados en función de las propiedades granulométricas y del índice de plasticidad de la carpeta y base.

Se especifican actividades típicas de conservación para caminos pavimentados y sin pavimentar. Estas pueden ser ejecutadas, bien en períodos programados en el tiempo o cuando las condiciones de la superficie del camino excedan límites especificados. En cualquiera de los casos, el usuario decide cómo y en qué medida debe ejecutarse la conservación, así como el costo de cada operación.

3.4.4 Submodelo de costo de operación de vehículos.

Estima los costos de operación de vehículos en función del tipo y estado de la superficie del diseño geométrico y de las características de los vehículos; las componentes de los costos de operación de vehículos incluyen:

- costos de recorrido: combustible, aceite, neumáticos, repuestos y mano de obra de mantención.
- costos anuales fijos: depreciación, interés, costos de tripulación y costos de administración.
- costos del tiempo: de pasajeros y de retención de la carga.

Se estiman los costos de operación para cada tipo de vehículo que conforma el volumen de tránsito.

3.4.5 Submodelo de costos y beneficios exógenos.

Para cada tramo o arco, asigna los costos y los beneficios especificados exógenamente por el usuario.

Los resultados de la simulación para cada año del análisis son los costos de construcción, de conservación y el estado de la superficie del camino, los que son almacenados para su recuperación posterior durante la fase de evaluación y de preparación de informes.

3.5 Descripción de las salidas.

Aparte de la reproducción impresa de los datos, el modelo entrega los resultados del análisis en 11 tipos de informes.

- Informe Tipo 1:** Informe resumen de conservación vial.
- Informe Tipo 2:** Informe anual de conservación vial.
- Informe Tipo 3:** Informe anual de tránsito.
- Informe Tipo 4:** Informe anual del estado de la vía.
- Informe Tipo 5:** Informe anual del costo vial de los usuarios.
- Informe Tipo 6:** Informe de costos financieros de alternativas, sean alternativas de arcos o grupos.
- Informe Tipo 7:** Informe de los costos económicos de las alternativas de arcos y grupos.
- Informe Tipo 8:** Informe de comparación de alternativas de arcos y de grupos.
- Informe Tipo 9:** Informe resumen de comparaciones económicas de las alternativas por arcos y grupos.
- Informe Tipo 10:** Informe resumen de comparaciones de alternativas por tasas de descuento.
- Informe Tipo 11:** Informe de optimizaciones económicas de las alternativas de arcos.

Los seis primeros pueden solicitarse individualmente por el usuario para las diversas alternativas de grupos y de arcos. Los otros cinco tipos de informes se imprimen automáticamente, pero el usuario tiene la opción de suprimir cualquiera de ellos.

3.6 Capacidad computacional del modelo HDM.

El modelo puede evaluar en una sola corrida.

- 20 caminos o grupos, los que a su vez pueden dividirse en 10 secciones cada uno, teniendo una potencialidad de hasta 200 caminos o grupos de caminos de características homogéneas.
- 50 opciones de construcción con etapas de hasta 5 años.
- 12 tipos de operaciones y 30 normas de conservación.
- 20 series de tránsito y 200 períodos de crecimiento.
- 20 series de costos/beneficios exógenos, 100 períodos de crecimiento para los costos y 100 para los beneficios.
- 100 alternativas de proyectos y 200 comparaciones entre alternativas de proyectos.
- 11 tipos de informes opcionales y hasta 500 salidas de informes como máximo, considerando

en general cada año como una salida de informe.

-Período de análisis desde 1 hasta 30 años.

4.-Uso del modelo HDM en la planificación vial.

Se ha planteado el sistema de transporte considerando principalmente:

- La construcción y sus costos.
- La conservación, deterioro de los caminos y sus costos.
- El tránsito y los costos de operación.

En consecuencia, se puede actuar a lo menos en estas tres áreas de decisión:

- en la construcción con una Política de Inversión.
- en la conservación con una Política de Conservación.
- en los vehículos con una Política de Explotación de la Red.

4.1 Políticas de Inversión.

Teniendo las relaciones matemáticas que nos permiten calcular los consumos físicos y en consecuencia los flujos monetarios, podemos calcular los indicadores económicos ya conocidos como el Valor Presente Neto VPN, la Tasa de Retorno TIR y otros.

Esto permite evaluar proyectos ya sea individualmente a nivel definitivo o bien a nivel preinversional, según la calidad de información de entrada que se posea.

También es posible evaluar un conjunto de proyectos en una sola corrida de computador, definiendo niveles de inversión y en consecuencia niveles de diseño.

Es posible evaluar la conveniencia de:

- Colocar una capa de ripio a un camino de tierra.
- Colocar un pavimento a un camino de tierra o ripio.
- Repavimentar un camino asfáltico.

El análisis se puede hacer en forma individual o en forma global, sujeto a las restricciones presupuestarias. En consecuencia, se puede elegir la distribución de fondos entre las alternativas anteriores que tengan mayores rendimientos económicos, lo que significa definir una política de inversión asociada a una política de mejoramiento vial y, en consecuencia, llegar a la definición de un programa de inversión en carreteras.

4.2 Políticas de Conservación.

Como se vio en la descripción de la entrada al modelo, se pueden especificar distintas políticas o normas de mantención, descritas por la combinación de las operaciones de conservación siguientes:

En caminos no pavimentados, tenemos las siguientes operaciones de conservación.

- Op. 1 — Reperfilado o nivelación.
- Op. 2 — Bacheo.
- Op. 3 — Recebo o recargue de grava.
- Op. 4 — Conservación rutinaria.

En los caminos pavimentados tenemos las siguientes operaciones de conservación:

- Op. 5 — Lechadas asfálticas (Slurry Seal).
- Op. 6 — Rejuvenecimiento (Cut Back).
- Op. 7 — Riego de neblina (Fog Seal).
- Op. 8 — Bacheo asfáltico.
- Op. 9 — Sellos asfálticos (Tratamientos Superficiales o Slurry Seal).
- Op. 10 — Recapados asfálticos (Mezclas frías o calientes).
- Op. 11 — Reconstrucción.
- Op. 12 — Conservación rutinaria.

Estas operaciones son bastante conocidas en el ámbito vial, por lo tanto, no entraremos a describir el significado de cada una de ellas, sin embargo cabe destacar la flexibilidad para especificarlas a nivel de operación y en consecuencia a nivel de políticas. En general la aplicación de ellas se puede programar como una frecuencia fija en función del tiempo o sensible al estado del camino en base a niveles límites de daño aceptable previo a la actuación de la operación.

Cabe señalar que la conservación rutinaria se refiere a todas las otras operaciones que no tienen que ver directamente con el deterioro del camino o bien no se conocen las relaciones funcionales explícitas con él, como son:

- La mantención del drenaje (fosos, cunetas, alcantarillas).
- La regulación de vegetación.
- La conservación de bermas.
- La conservación de señalización, defensas y otros.

Sin embargo, las relaciones de deterioro usadas se basan suponiendo una adecuada conservación rutinaria.

Es necesario destacar el efecto de la mantención preventiva, reflejada en las operaciones 5 a 7 como son las lechadas asfálticas (Slurry Seal),

rejuvenecimientos (Cut Back) y riegos de neblina (Fog Seal), que tienen como propósito alargar la vida de las superficies bituminosas, retardando los efectos del clima y edad antes que cantidades importantes de deterioro ocurran; sean éstas oxidamiento, desprendimiento de áridos (especialmente en tratamientos superficiales) o agrietamientos. Se espera que estas operaciones sean efectivas y económicas en caminos de bajo tránsito, donde los efectos de edad predominan a los efectos del tráfico (por ejemplo: menos de 1.000 veh/día).

El resultado de la aplicación de las operaciones de conservación se refleja en el estado del camino principalmente a través de la rugosidad. En el caso de los caminos no pavimentados, la operación de reperfilado o nivelación baja la rugosidad del camino después de realizada, la que se incrementará en función del tráfico. Dependiendo del número de veces en el año que se reprofile, se tendrán ciclos de altas y bajas rugosidades de la cual se obtiene una media para todo el año.

En el caso de los caminos pavimentados, las operaciones de mantención preventiva y sellos asfálticos reducen básicamente el agrietamiento, teniendo efectos de segundo orden en la rugosidad inmediata. En las operaciones de recapado y reconstrucción el efecto se refleja básicamente en la disminución de la rugosidad y del agrietamiento.

4.3 Políticas de explotación vial.

En esta área su uso potencial es también importante, se puede usar para definir una política de pesos admisibles por eje para los vehículos pesados. El modelo puede ser usado con diferentes cargas por eje y por tipo de vehículo y analizar los efectos sobre: el deterioro de los caminos, el costo de operación de vehículos, el costo de conservación y el costo de reconstrucción, obteniéndose la política de pesos admisibles que minimiza el costo generalizado de transporte.

Costo mínimo de transporte = Mín (Costo de Inversión + Costo de Conservación + Costo de Operación + Otros Costos)

5.—El problema de las restricciones presupuestarias.

El uso del modelo HDM nos permite obtener indicadores económicos, tales como el Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y Razón Beneficio/Costo para cada una de las alternativas que se desea analizar. Considerando el criterio del mayor Valor Presente Neto se puede buscar

la política o el conjunto de ellas que sean más adecuadas, que maximicen este indicador en forma global; en general se puede apreciar que los mayores valores de este indicador están asociados a la utilización intensiva de recursos, que no siempre estarán disponibles, por lo tanto, debemos agregar el factor correspondiente a las restricciones presupuestarias y buscar la mejor combinación de políticas que maximice el Valor Presente Neto, sujeto a las restricciones presupuestarias. Para realizar este ejercicio existe un modelo computacional denominado EBM (Expenditure Budgeting Model).

El modelo EBM que trabaja en forma interactiva, tiene tres métodos de optimización: i) enumeración total, ii) programación dinámica y iii) gradiente efectiva; los que no entraremos a describir en detalle.

Este modelo ocupa algunos resultados que produce el modelo HDM, lo que debe especificar el usuario, especialmente con respecto a las alternativas elegibles, dado que no todas serán rentables o se pueden llevar a cabo en la práctica; es recomendable tomar 5 a 6 alternativas de inversión que requieran mayor a menor cantidad de recursos, para cada proyecto que se tenga. Los datos que usa este modelo son principalmente los flujos económicos, los costos financieros de capital y recurrentes para cada alternativa, tasa de descuento, recursos y disponibilidad de ellos en el tiempo.

Con los recursos financieros disponibles en el horizonte del proyecto, para cada año, es posible buscar la mejor combinación de políticas de inversión y conservación y obtener así el máximo Valor Presente Neto Total, para una tasa de descuento especificada, obteniendo el nivel óptimo de inversión para cada período especificado y el calendario anual de uso de recursos.

El modelo EBM puede ser usado también para sensibilizar algunas variables, por ejemplo, el tener las alternativas elegidas significa tener definidos los recursos necesarios para ejecutarlas y se puede sensibilizar el Valor Presente Neto para distintas tasas de descuento.

También es posible por este camino obtener iterativamente la tasa interna de retorno TIR del proyecto global o en forma agregada para el conjunto de caminos pavimentados por un lado y para los caminos no pavimentados por otro.

Es posible obtener respuestas a las preguntas típicas: ¿Cuánto gano o pierdo de Valor Presente Neto Total, si suben o bajan los recursos en un determinado porcentaje?, o si ¿Son los presupuestos para construcción y conservación, económicamente óptimos? y ¿Qué distribución sería requerida en cada caso? o bien ¿Qué tan sensibles son las normas de diseño y mantención para los

presupuestos de vialidad en los próximos 5 ó 10 años? Estas son preguntas que pueden, junto a la experiencia de los administradores viales, ser contestadas o aproximarse a tener respuestas técnicas racionales, que de otro modo estarían siendo respaldadas sólo por la intuición y la experiencia.

6.—Problemas de aplicación y ventajas del modelo HDM.

Las ventajas de aplicación del modelo de este modo saltan a la vista por sí solas a la luz de lo expuesto y es, de cierto, un gran aporte a la planificación del transporte, al introducir una concepción formal en el análisis económico y técnico; sin embargo, se argumentan algunas limitantes en los:

- Modelos de deterioro.
- Modelos de costos de operación.
- Tamaño del modelo.

6.1 Modelos de deterioro.

- El uso de modelos de deterioro, en un comienzo se hace con escepticismo, pues en el mayor de los casos se han obtenido en otros países; sin embargo la formulación teórica de las relaciones es la más generalizada y a medida que se usan se puede ver su validez en ambientes locales y proceder a su calibración.
- No existen modelos de deterioro para pavimentos de hormigón.

6.2 Modelos de costos de operación.

- El uso de ecuaciones para obtener el costo de operación tiene las mismas salvedades que las del punto anterior.

Sin embargo, es posible ajustar o validar los consumos de vehículos con pequeñas investigaciones, especialmente si el parque vehicular es muy diferente.

No se ve difícil y costoso realizar un programa de investigación en esta área si se detectara una divergencia importante entre el modelo en uso y las realidades locales.

6.3 Tamaño del modelo.

A pesar de estar muy modulado en subrutinas y ocupar relativamente poca memoria, para el tamaño del programa, alrededor de 23.200 líneas de programa, no es fácil de implantar en computadores pequeños por usar un disco de acceso directo de gran capacidad (20 megabytes aproximadamente) para suplir el uso de memoria real.

Debido a su tamaño no podemos decir que es fácil de manejar; al comienzo preparar la entrada



Bacheo de caminos.

de datos es un trabajo muy laborioso, sin embargo, conociendo algún sistema operativo y manejo de archivos computacionales, se alivia la tarea de preparar los datos de entrada al HDM, tarea que termina siendo rutinaria, consistente en adición y ordenamiento de imágenes de tarjetas tipos.

En la actualidad se está trabajando en instalar el modelo en unidades más pequeñas que permitan su operación en computadores personales y pueda así estar disponible para el ingeniero vial a otros niveles jerárquicos de la administración, como es el caso de los ingenieros regionales o provinciales.

No obstante, para la formulación de políticas y programas generales, es importante que se pueda manejar un gran número de alternativas, en cuyo caso el tamaño actual del modelo es apropiado y no es difícil aumentar la capacidad si fuera necesario, modificando algunas instrucciones.

6.4 Otras consideraciones.

Por último, es conveniente aclarar que:

- i) El uso del modelo es para pavimentos flexibles y no pavimentados; no sirve para pavimentos de hormigón, cuyo modelo de deterioro no se encuentra disponible actualmente.
- ii) El HDM no tiene un submodelo de demanda y es válido para condiciones de flujo libre, bajo 5.000 vehículos por día; en consecuencia, no se puede analizar el problema de congestión, desde el punto de vista de los costos de operación ni desde el punto de vista de la demanda.
- iii) Tampoco tiene un submodelo de asignación a red, esto debe manejarlo el usuario exógenamente.

Sin embargo, a pesar de tener algunas limitaciones, no se puede dejar de reconocer el gran aporte científico, que han significado los programas de investigación en diferentes partes del mundo (Kenia, Brasil y otros) que respaldan lo existente y han servido como base para plantear en forma racional el problema de la ingeniería y gestión vial y en la medida que se hagan nuevas investigaciones se pueden ir agregando subrutinas, modificar o calibrar las ecuaciones, adecuándolas a las necesidades y realidades de cada país.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—The Highway Design and Maintenance Standards Study Volume IV. World Bank.
March, 1985
- 2.—Towards Optimization of Paved Road Maintenance in Costa Rica.
A. Bhandary, P. Fossberg, C. Harral.
C. Powers, I. Delgado, M. López.
July, 1984
- 3.—Determination of Economically Balanced.
Highway Expenditure Programs Under
Budget Constraints.
T. Watanatada y C. Harral.
World Bank, 1980.
- 4.—Los Beneficios Económicos en Mantenimiento de los Caminos.
Seminario Experiencias de Mantenimiento Vial en América Latina, CEPAL, Chile.
A. Byl
Agosto, 1983.
- 5.—Experiencias en Latinoamérica con el uso del Modelo de Normas de Diseño y Mantenimiento
de Caminos, presentado al Seminario Interamericano sobre Administración de Pavimentos,
Cartagena, Colombia.
Roy Jorgensen Associates, Inc.
Oct., 1983
- 6.—Consejos Prácticos para la Ejecución de la Evaluación Económica del Proyecto Sectorial de
Mantenimiento Vial. Préstamo BIRF 2589-CH., dados por Anil S. Bhandary, Per E. Fossberg, Clell G.
Harral, Adhemar Byl, Sergio Miquel.

(Nota: no corresponde a publicación existente).



Construcción de doble calzada. Santiago-Valparaíso, año 1986.

El Camino Longitudinal Austral de Chile

Patricio Ruckoldt Rojas
Ingeniero Civil



Puente Presidente Carlos Ibáñez, XI Región. Es el puente colgante más largo de Chile.

1.—Introducción.

El Camino Longitudinal Austral se extiende a lo largo de un vasto territorio en el extremo sur de Chile, abarcando 1.137 km desde Puerto Montt hasta Puerto Yungay, es decir, se sitúa en el llamado Cono Sur de América, entre el paralelo 42° S y el paralelo 55° S.

Este camino que recorre una zona geográfica muy accidentada, como es la Cordillera de los Andes, permitirá conectar fundamentalmente por vía terrestre al resto del país, los centros poblados existentes y dar amplias posibilidades de explotación al gran potencial productivo que allí se encuentra.

2.—Marco de referencia.

2.1. La Patagonia Occidental.

La zona de emplazamiento del camino, denominada Patagonia Occidental, se encuentra dividida de norte a sur por la Cordillera de los Andes.

Desde un punto de vista orográfico, se pueden distinguir de oeste a este las siguiente zonas:

- La zona insular caracterizada por un gran número de islas e islotes.
- El valle central, formado por una depresión que nace en Puerto Montt, da lugar a un sinnúmero de canales longitudinales.

- La cordillerana, constituida por una sucesión de valles distribuidos en forma ortogonal.
- La pampa y mesetas patagónicas, con una gran extensión de terrenos planos, de escasos cursos de agua y bajo nivel de precipitaciones, constituyendo virtualmente un desierto helado.

Por otra parte, se observan grandes diferencias en el clima; los frentes de inestabilidad que se generan en el Océano Pacífico y avanzan sobre el continente son detenidos por la Cordillera de los Andes; este fenómeno define de oeste a este cuatro áreas marcadamente diferentes:

- La zona insular.
- La selva pluvial en los faldeos occidentales de la cordillera.
- La zona de parque en los faldeos orientales de la cordillera.
- La pampa.

Entre cada una de estas zonas, el nivel de precipitaciones varía ostensiblemente. A modo de referencia, en Puerto Aisén perteneciente a la selva pluvial la precipitación media anual alcanza a 2.868 mm; en Coihaique, zona de parque se tiene 961 mm y en Balmaceda, zona de pampa, 588 mm. Estas tres localidades se unen por un camino transversal de sólo 120 km de longitud.

Finalmente, la formación geológica de esta región, caracterizada por el movimiento de grandes masas de hielo y combinada con frecuentes erupciones volcánicas, dio origen a paisajes naturales de extraordinaria belleza. Se observan valles de paredes abruptas y campos de hielo y ventisqueros, muchos de los cuales alcanzan el mar. Se pueden destacar entre los lugares de mayor atracción turística, la laguna San Rafael, las Torres del Paine y el canal Beagle.

Todos los aspectos se han considerado en la concepción del proyecto, tratando de mantener la gran variedad de ecosistemas existentes en la zona.

2.2. Los recursos naturales.

Los recursos naturales que esta región ofrece son numerosos, no obstante, a la fecha son explotados en grado mínimo. Entre las principales potencialidades productivas se tienen:

- Producción de maderas nativas con un área susceptible de usar de 1.686.000 Há para obtener 42 millones de metros cúbicos.
- Explotación ganadera ovina y bovina para la cual se puede destinar 1.227.000 Há.
- Enorme potencial pesquero y de cultivo de moluscos en el gran laberinto de canales y fiordos,

cuyas aguas ricas en plancton están libres de toda contaminación.

- Se han prospectado recursos mineros de zinc, plomo, cobre, carbonato de calcio y se está iniciando su explotación.
- Posibilidades de instalar fuentes hidroeléctricas que permitirán asegurar sin limitantes todas las demandas necesarias de energía eléctrica.
- El creciente interés turístico que ha despertado la gran belleza de los paisajes y el hecho de ser una zona libre de contaminación.

2.3. La presencia del hombre.

Hace poco más de 50 años el hombre moderno arribó a esta zona, cruzando la Cordillera de los Andes o navegando a través de los canales y fiordos de la costa occidental. Se estableció en pequeñas y numerosas comunidades aisladas entre sí, tanto en el litoral del Océano Pacífico como en los faldeos orientales de la cordillera, cerca de la frontera con Argentina. Las comunicaciones con el resto del país eran precarias, lo que constituyó un freno para el desarrollo socio-económico. El asentamiento de los primeros colonos tuvo lugar principalmente en dos ejes:

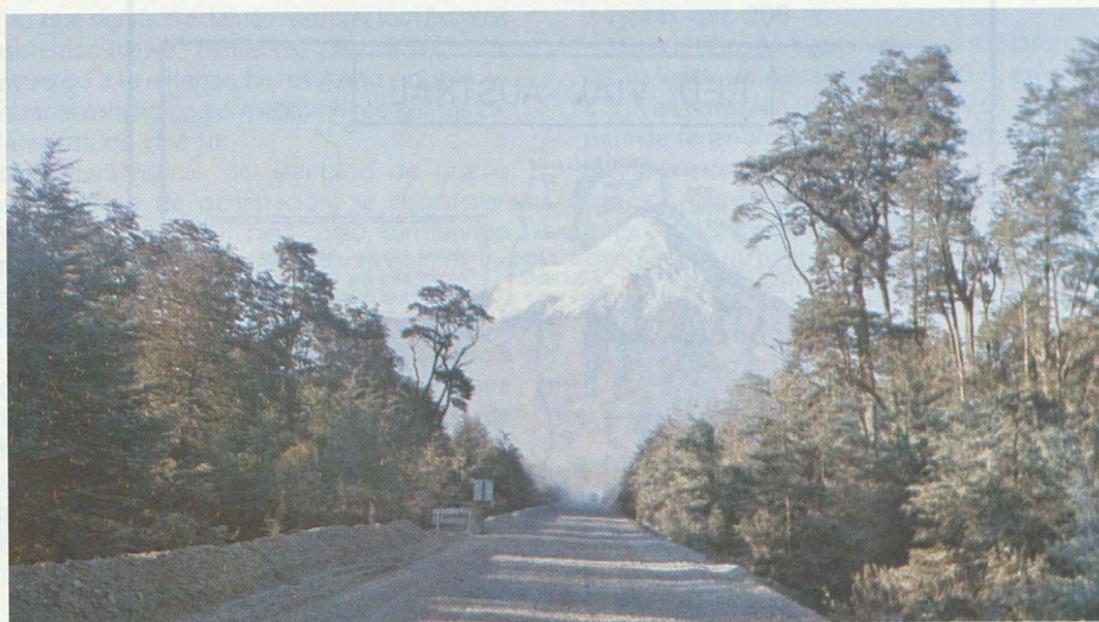
- Puerto Chacabuco-Balmaceda (creó la Región de Aisén).
- Chaitén-Palena (originó la provincia de Palena).

3.—Desarrollo del transporte terrestre.

3.1. Evolución de la Red Vial.

Desde sus inicios hasta 1976, la construcción de caminos se desarrolló lentamente, condicionada por las características geográficas y demográficas de la zona y cuyo objetivo principal era generar focos de desarrollo locales e independientes entre sí. Durante esta etapa se logró materializar dos ejes transversales de caminos, indicados en el párrafo anterior. El sistema de comunicación con el resto del país era bastante deficitario y se basaba principalmente en el transporte vía marítima y escasamente vía aérea. No se disponía de suficientes líneas navieras ni de instalaciones portuarias aptas, destacándose como las más importantes las de Puerto Chacabuco y Chaitén.

En el año 1976, la situación era la siguiente: En la provincia de Palena, la red vial se limitaba a unir las localidades de Palena con Chaitén con un trasbordo en el lago Yelcho. En la Región de Aisén, se había desarrollado una red vial mayor, cuyo eje principal lo constituye hasta hoy día el camino Puerto Chacabuco-Balmaceda, abarcando por el norte desde Mañihuales y por el sur hasta Cochrane con trasbordo en el lago General Carrera.



Camino Longitudinal Austral, sector Ensenada-Ralún. Al fondo volcán Osorno, año 1987.

A partir de 1976, se comenzó la construcción de la red vial Austral de 2.401 km de largo. Este gran longitudinal estará complementado con caminos transversales que permitirán conectar las comunidades dispersas del interior del valle de la cordillera al litoral, integrándolas de esta manera definitivamente al resto del país.

Los cuadros siguientes muestran la evolución en el tiempo de los principales caminos que conforman la Red Vial Austral. Esta situación puede verse claramente en la lámina N° 4.

- Se prevé la terminación de 1.295 km de caminos transversales, faltando solamente 139 km que se contemplan para después de 1990.

La red vial total suma 2.401 km; antes de 1976 existían 1.178 km, a la fecha se han alcanzado a construir 1.941 km y se espera completar el año 1989 la longitud de 2.132 km, faltando solamente por construir 269 km.

3.2. Estudio y diseño del camino.

La construcción de la Red Vial Austral, con el fin de optimizar los recursos frente a las demandas de tránsito, se está ejecutando por etapas.

La primera etapa consiste en la apertura de un camino con standard de penetración, cuyo objetivo es establecer la comunicación entre dos puntos y buscar la generación de actividad económica.

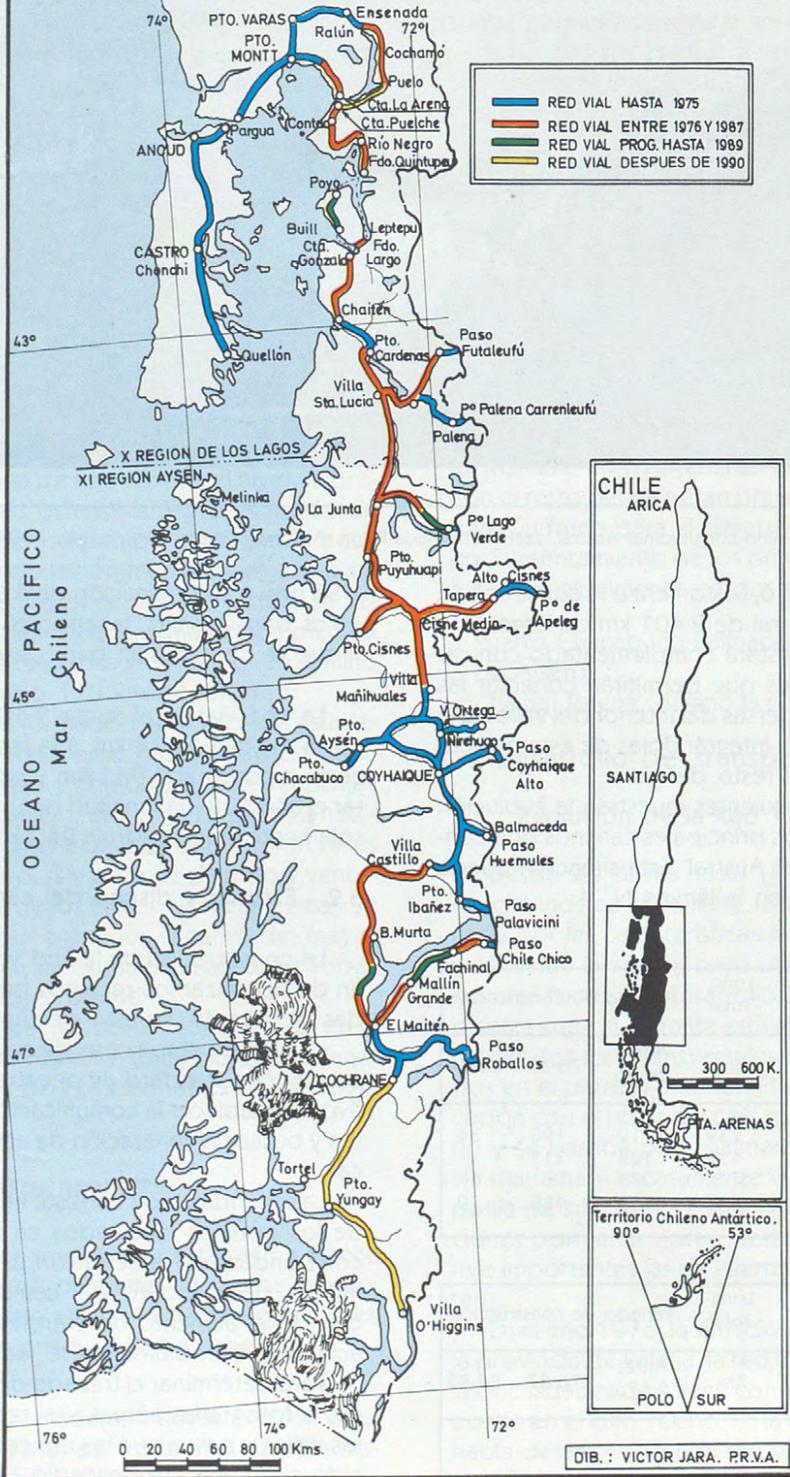
La segunda etapa consiste en la consolidación de los caminos ejecutados en la primera etapa con standard de penetración, e incluye el mejoramiento del standard del camino ejecutándose cuando el aumento del tránsito producto de la actividad económica, así lo justifica.

Para determinar el trazado del camino se recurrió a fotografías aéreas y al reconocimiento de los valles y pasos que los conectan. Una vez definido el trazado, se procedió a replantear el eje, resultando esta labor particularmente difícil debido a la densa vegetación existente. El eje del camino y sus puentes se adaptaron a la configuración del terreno, logrando ahorrar de este modo

Camino Longitudinal	Long. Total	Período de Construcción		
		Km.	Antes de 76	76-87
Pto. Montt-Chaitén	239	10	195	34
Chaitén-Coihaique	435	122	313	—
Coihaique-L. Cochrane	337	138	180	19

Caminos Transversales	Long. Total	Período de construcción		
		Km.	Antes de 76	76-87
Sta. Lucía-Pto. Ramírez-Futaleufú	151	94	57	—
Palena	73	14	23	36
La Junta-Lago Verde	108	56	52	—
Cisne Medio-La Tapera				

RED VIAL AUSTRAL



movimiento de tierras, encauzamiento de ríos, etc., lo que significó además respetar los distintos ecosistemas (valles, pantanos, quebradas, etc.). De acuerdo a lo anterior, ha resultado posible armonizar el camino con el medio sin rebajar sus características de diseño.

Las características del standard de diseño para el camino de penetración, se abordaron pensando en obtener un bajo costo, aún cuando las pautas generales estuvieran por debajo de los valores prescritos internacionalmente. En efecto, se adoptó una velocidad de diseño de 40 km/hr., aceptándose hasta 30 km/hr. en sectores difíciles; esto definió radios mínimos de curvatura horizontal de 30 m y pendientes máximas de 10%. No obstante lo anterior, y en la búsqueda de una solución al menor costo posible, se aceptó para sectores de topografía muy accidentada, radios de curvatura de hasta 20 m y

pendientes hasta de 12%, en desarrollos no mayores que 200 m.

Para la sección transversal se adoptaron valores mínimos de plataforma de 4.0 m en corte y 5.0 m en terraplén (láminas N°s. 1 y 2), lo anterior permite tener una carpeta de rodado de 3 m de ancho en corte y 5 m en terraplén, con 20 cm de espesor. Cabe destacar que el Manual de Carreteras usado en Chile, acepta como mínimo una carpeta de rodadura de 3,50 m de ancho.

Las alcantarillas y los puentes de largo inferiores o iguales a 15 m, denominados puentes menores, se diseñan de madera con el fin de aprovechar los recursos locales provenientes, a veces, de la apertura misma de la faja (lámina N° 3).

Los puentes de largo entre 15 y 100 m, llamados puentes mayores y definitivos, se diseñan con una superestructura que consulta calzada de

Corte en roca

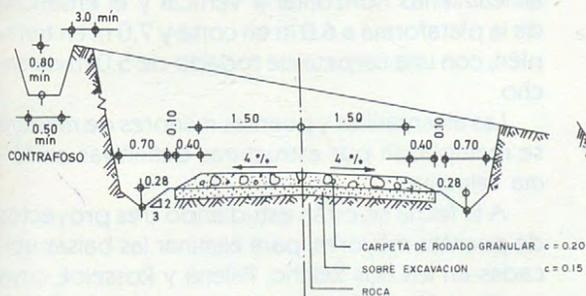
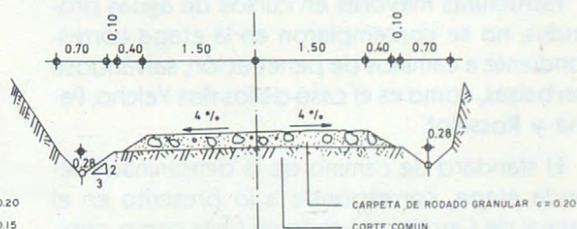


Lámina N° 1

Corte común



Solución terraplén

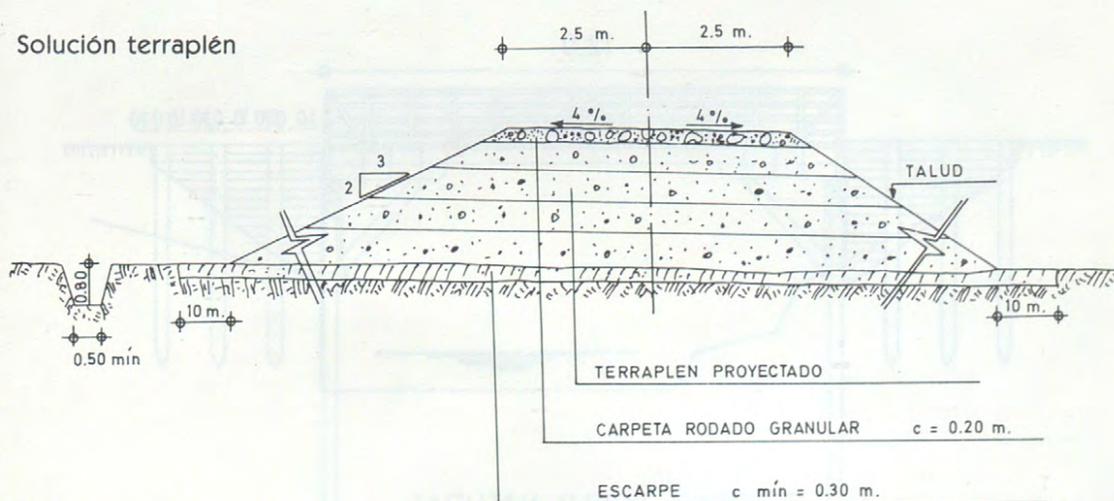


Lámina N° 2

Solución mixta corte terraplén

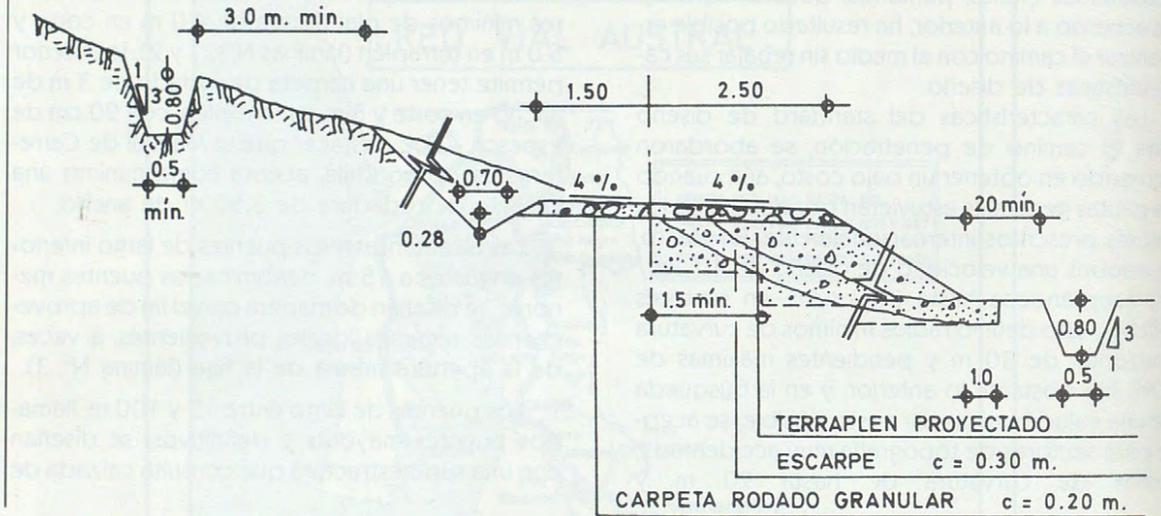


Lámina N° 2

hormigón armado en un ancho de 6.10 m y vigas metálicas o de hormigón postensado.

Estructuras mayores en cursos de aguas profundas, no se contemplaron en la etapa correspondiente a caminos de penetración, salvándose con balsas, como es el caso de los ríos Yelcho, Palena y Rosselot.

El standard de camino de la denominada segunda etapa, corresponde a lo prescrito en el Manual de Carreteras usado en Chile como camino de desarrollo y se aborda cuando la demanda de tránsito lo justifica.

Consiste básicamente en el mejoramiento del alineamiento horizontal y vertical y el ensanche de la plataforma a 6.0 m en corte y 7.0 m en terraplén, con una carpeta de rodado de 5.0 m de ancho.

Las alcantarillas y puentes menores de madera se reemplazan por estructuras definitivas en forma selectiva.

A la fecha se están estudiando tres proyectos de puentes mayores, para eliminar las balsas ubicadas en los ríos Yelcho, Palena y Rosselot, cuya construcción está programada para el año 1988. Dichos puentes tienen un largo aproximado de

Puente madera

VISTA GENERAL

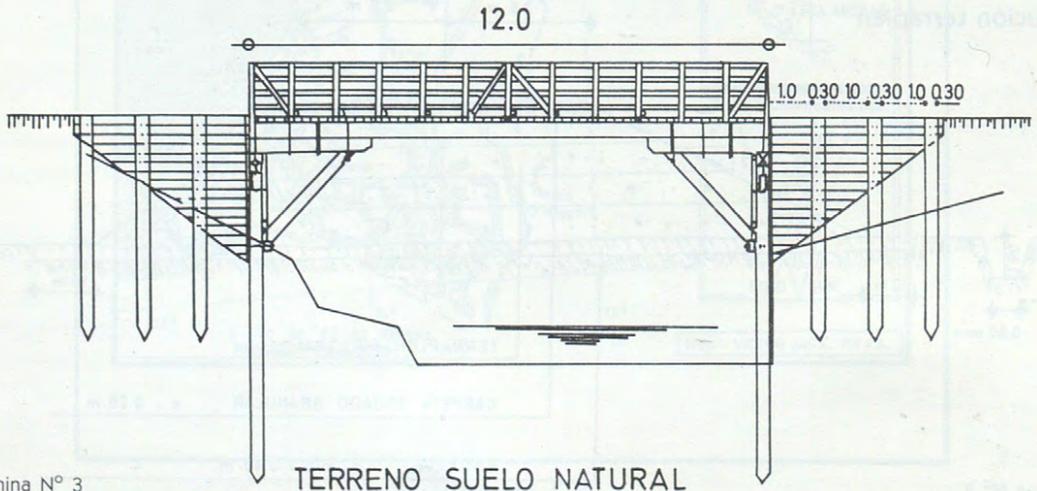


Lámina N° 3



Sector Ralún - Cochamó, año 1986.

150 m, 25 m y 130 m respectivamente y con un nivel de aguas mínimo que no baja de los 5.0 m y en algunos casos llega a 25.0 m.

Dentro de las especificaciones técnicas del proyecto se considera al máximo la posibilidad de reciclar y disminuir los daños del entorno.

La apertura de los bosques debe realizarse despejando en las márgenes del camino sólo los árboles de mala calidad. Esto último conlleva una serie de ventajas:

- Los árboles y arbustos hacen más estables las márgenes del camino (llámese erosión, contención de tierras, etc.).
- Preservación de especies milenarias.
- Altera en forma mínima el entorno del camino, manteniéndose así la belleza natural de la zona.

El hecho de abordar la construcción del camino por etapas también tiene numerosas ventajas:

- Económicas: Construir una obra cuyas características estén acordes con el grado de uso que realmente tendrá, se traduce en una inversión inicial baja. A cada etapa se le asocian beneficios específicos, por ejemplo, el camino de penetración permite el paso de ganado, la explotación forestal, decrecen los costos de arreos, etc. Por otra parte, al ensanchar y "mejo-

rar" los caminos de penetración de la primera etapa, se obtiene un crecimiento orgánico que significa un costo de mantención adecuado al nivel o grado de uso que el camino tenga.

Técnicas: El hecho de construir por etapas y con horizontes de menor magnitud, permite una mayor flexibilidad para adaptarse a las variaciones que puedan ocurrir. De esta manera se evita construir grandes obras que a futuro podrían resultar sobredimensionadas, con el consiguiente mal aprovechamiento de las disponibilidades de recursos.

Por otra parte, las obras construidas en una primera etapa, ayudan en la construcción de las obras de la etapa posterior, es así como la construcción de un puente "provisorio" sirve para la construcción del puente definitivo, un camino de penetración posibilita el tránsito de máquinas pesadas para materializar la etapa de consolidación, siendo la base de esta última.

Finalmente, el análisis del comportamiento real de las obras ejecutadas en la primera etapa, permite la posibilidad de corregir cualquier defecto o insuficiencia de éstas en la etapa de consolidación que viene a continuación. Así se tiene por ejemplo que en el caso de puentes "provisorios" que hayan sido construidos con una longitud menor a la necesaria, lo cual se ha visto verifi-

cado por su comportamiento ante las crecidas de los ríos, se puede corregir aumentando las longitudes de los puentes definitivos o también cambiando sus ubicaciones. Por otra parte se tiene el caso de obras de arte, cunetas, fosos, subdrenes, etc., que puede ser necesario aumentar sus capacidades, o agregar nuevos sectores. Finalmente, también se puede mencionar el caso de los cortes, terraplenes, defensas fluviales, etc., a las cuales dependiendo de su comportamiento puede resultar necesario tender sus taludes en el caso de los cortes y terraplenes o aumentar el tamaño de los bolones en el caso de las defensas fluviales.

- De integración y desarrollo: Se crea un sistema de caminos en un tiempo breve, aceptando la participación de un mayor número de empresas, logrando de esta manera una mejor distribución de los fondos. Esto último se traduce en bajos costos de construcción a través del proceso de oferta y demanda.
- Estéticas y ambientales: Se gradúa el impacto, se considera el proceso de madurez y reacción del medio, lo que permite el estudio en un tiempo oportuno. Las primeras etapas alteran poco el medio, adaptándose a la naturaleza y su paisaje desde un punto de vista armónico.

3.3. Aspectos constructivos.

Las características especiales de la zona (clima y geomorfología) han generado problemas muy particulares, en cuya solución se ha recurrido más al ingenio que a sofisticaciones tecnológicas, lográndose de esta manera obtener en general un bajo costo de construcción. Ejemplo de esto último se tuvo en la Piedra del Gato, ubicada en el canal Puyuhuapi, la que se caracterizaba por un talud rocoso con un fracturamiento negativo, en cuesta Moraga, lago Risopatrón y cuesta Queulat en que se encontraron taludes inestables, y en los valles del río Yelcho, Frío, Palena, Risopatrón, Queulat, Cisne Medio, Picaflor, en que el terreno de emplazamiento era pantanoso.

En el camino de consolidación "transversal Cisne Medio - La Tapera", se tenía el problema de proteger los taludes de un terraplén, los cuales debido a ser muy arenosos, eran muy afectados, tanto por la erosión eólica como hídrica, razón por la cual se decidió proteger su superficie cubriéndola con pasto, debido a que éste no pegó en la superficie natural, se cubrió previamente ésta con sacos usados de yute, fibra natural, dando muy buen resultado y a un costo muy bajo.

También se ha utilizado bastante para dar estabilidad al suelo de fundación, en sectores de mallines (suelos orgánicos saturados con algo de limo), los denominados "envaralados", que con-

sisten básicamente en la colocación de troncos de árboles libres de ramas, transversalmente al camino y en longitudes iguales al ancho de la plataforma y con diámetros de aproximadamente 5". Esta solución ha permitido resolver el problema a un costo muy por debajo de lo que resultaría en el caso de utilizar otra solución, cual podría ser el uso de geotextiles, puesto que en general se usan los mismos troncos provenientes del despeje de la faja.

4.-Importancia del sistema roll on-roll off como vía de comunicaciones.

Hace treinta años los servicios de transporte marítimo en la Región Austral, estaban limitados a lo que ofrecía la Empresa Marítima del Estado (EMPREMAR) y otros de naturaleza irregular de pequeñas embarcaciones para expedidores individuales. Sobre la base de esta tarea pionera de EMPREMAR y con una fuerte iniciativa del Estado, en los últimos 10 años se ha producido una verdadera proliferación de líneas navieras, que ofrecen servicios de carácter regular con rutas, fletes y frecuencias establecidas.

Las naves que ofrecen dichos servicios son: portacontenedores, cargueros generales y transbordadores. Los portacontenedores y cargueros no son de importancia analizar en el presente trabajo, ya que la mayoría de los puertos en la Región Austral no tienen la infraestructura y capacidad suficiente para recibir estas naves.

De las muchas empresas que operan transbordadores, la mayoría ofrece servicios tipo "ferry", es decir, una embarcación tipo Roll On-Roll Off (RO-RO) utilizada para unir dos o más centros poblados separados por ríos, bahías o canales, pudiendo movilizar camiones, buses, automóviles, pasajeros y disponiendo algunos incluso de alojamiento y servicios de alimentación.

La introducción del sistema Roll On-Roll Off ha sido determinante en el desarrollo socio-económico, porque ha permitido una vía de enlace al resto del país bastante expedita, y creó un sistema de comunicaciones constante dentro de las restricciones que impone el clima.

Se puede destacar la empresa TRANSMAR-CHILAY como la más importante. Dispone actualmente de seis naves: El Trauco, Cai-Cai, Pincoya, Colono, Pilchero y Yelcho. El Trauco y el Cai-Cai son embarcaciones que están prestando servicios entre Parga en el continente y Chacao en la isla Grande de Chiloé. La Pincoya navega entre Chaitén en el continente y Chonchi en la isla Grande de Chiloé. El Colono ofrece servicios desde Quellón en la isla Grande de Chiloé a Puerto Chacabuco en el continente. El Yelcho presta servicios en el Estuario de Reloncaví entre caleta La

Arena y caleta Puelche, siendo este tramo parte del Longitudinal Austral.

Finalmente, el Pilchero presta servicio en el lago General Carrera, ubicado al sur de la localidad de Cochrane, uniendo Puerto Ibáñez con Chile Chico.

Otras compañías navieras de envergadura que están operando son NE (Naviera del Estrecho) y TB (Transbordador Austral Broom) con las naves Gobernador Figueroa y Patagonia, respectivamente, y prestan servicios en la primera angostura del estrecho de Magallanes, es decir, el primer lugar angosto entrando al estrecho por el Océano Atlántico, entre el continente y la isla Tierra del Fuego.

También se debe destacar la empresa NAVIMAG con su nave El Evangelista, que viaja entre Puerto Montt y Puerto Natales.

5.—Puntos conflictivos específicos.

La concepción inicial del Longitudinal Austral era conseguir una comunicación utilizando solamente vía terrestre, no obstante, durante el transcurso de la ejecución del proyecto, producto de la difícil topografía, se presentaron problemas que a la fecha no han podido ser solucionados

técnicamente, a un costo que se enmarque dentro de lo considerado razonable para las condiciones de demanda de tránsito de la zona y lo que puede invertir un país en el que el recurso económico es un bien escaso.

Lo anterior se presentó en el sector norte del Camino Longitudinal Austral, entre las ciudades de Puerto Montt y Chaitén y se puede mencionar entre los sectores conflictivos el tramo fiordo Quintupeu - Caleta Gonzalo, en el cual se encuentran además el fiordo Cahuelmó y Reñihué y el morro Caleta Gonzalo. Por lo anterior, se optó por salvar estos puntos conflictivos mediante el uso de transbordadores entre el fiordo Quintupeu y el fiordo de Leptepu.

En resumen, la unión entre Puerto Montt y Chaitén estará conectada mediante vía marítima en tres sectores: caleta La Arena - caleta Puelche, fiordo Quintupeu - fiordo Leptepu y fiordo Largo - caleta Gonzalo.

Por otra parte se considera necesario describir más adelante la solución dada a dos problemas que resultaron de elevado costo, como son la Piedra El Gato y el Túnel El Farellón.

5.1. Fiordo Quintupeu.

Es un estrecho de aproximadamente 210 m de



Puente en construcción sobre río Petrohue en Ralún, febrero 1986.

ancho con gran profundidad de agua, diferencias de mareas de 6 a 7 m; vientos y corrientes marinas de gran intensidad. En la ribera norte existen taludes rocosos del orden de 80°; en la ribera sur se encuentran como promedio taludes rocosos de 30°. La vegetación es espesa.

5.2. Fiordo Cahuelmó.

Tiene un ancho aproximado de 1.050 m, las profundidades de aguas son de 160 m con diferencias de mareas de 6 a 7 m. La intensidad de los vientos y corrientes marinas es alta. Está ubicado en una zona de valles de origen glacial de paredes muy abruptas con una vegetación muy densa.

5.3. Morro caleta Gonzalo.

Sector de paredes muy abruptas con una calidad de roca no apta para permitir buenos cortes. Las evaluaciones técnico-económicas han arrojado valores altísimos debido al gran volumen de roca que se debería extraer para construir un camino cuyas características no harían posible siquiera mejoramientos futuros en cuanto a pendientes, ancho de calzada, etc.

5.4. Túnel El Farellón.

A 12 km de Coihaique se presentó una situación similar al caso morro Gonzalo, lo que se resolvió con un túnel de 220 m en curva y una sección de 50 m². El costo de esta obra ascendió a la suma de US\$ 500.000 y su tiempo de construcción fue de 10 meses.

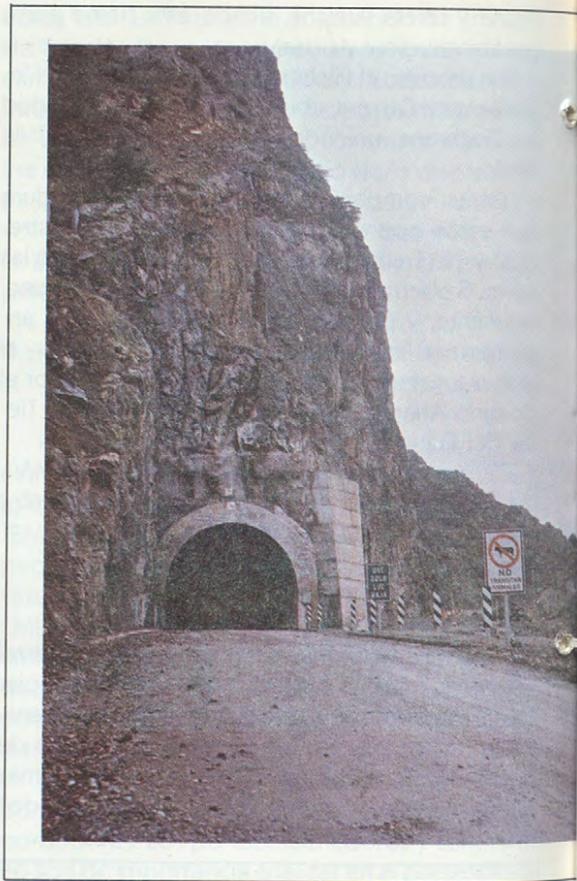
5.5. Piedra El Gato.

Esta situación era similar al caso del túnel El Farellón. En este caso se removió un volumen de roca aproximado de 100.000 m³, con una altura máxima de 130 m. El ancho de la calzada fue en promedio de 6.0 m. Su construcción demoró 18 meses con un costo de US\$ 1.000.000.

6.—Aspectos socio-económicos.

El impacto socio-económico de esta gran obra es enorme y sin duda excede cualquier evaluación que pueda cuantificarse.

La obtención de fondos para la ejecución del proyecto dependió en gran medida de su rentabilidad económico-social, la que se determinó



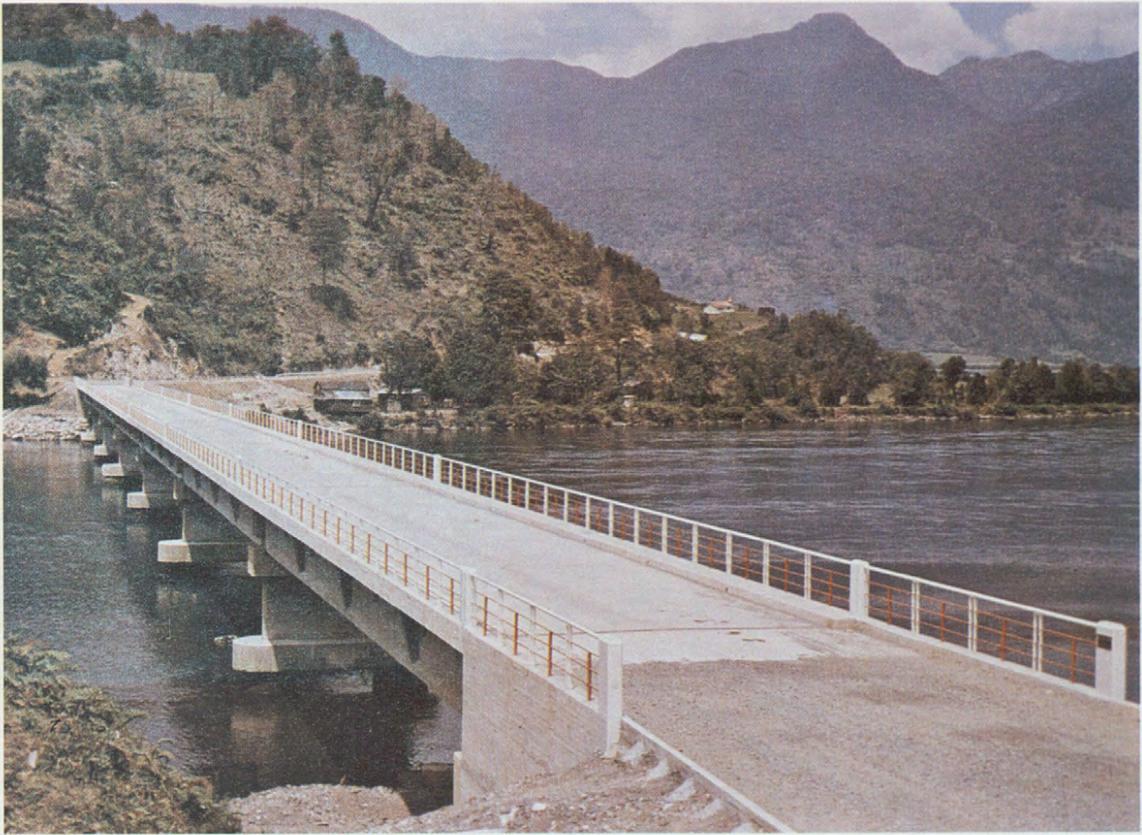
Túnel El Farellón, camino Puerto Chacabuco-Coihaique, XI Región.

mediante el método del excedente del productor, válidos para zonas donde el tránsito normal es reducido o nulo. La cuantificación de los beneficios del incremento de la producción forestal y ganadera, han demostrado por sí solos la rentabilidad socio-económica del proyecto.

No obstante, queda sin cuantificar una gran cantidad de beneficios, como son los incrementos de la producción de los sectores pesquero y minero, cuyo potencial se vislumbra, aún cuando éstos no se han evaluado.

Por otra parte, el hecho de conectar las diversas comunidades sociales aisladas, permitirá extender los servicios sociales tales como: educación, salud, agua potable, electricidad, alcantarillado, etc., mejorando sustancialmente la calidad de vida de los pobladores.

Finalmente, el desarrollo del turismo parece promisorio ya que tiene un potencial incuestionable en una zona de una belleza incomparable y libre de toda contaminación. La construcción del Camino Austral es sólo el primer paso.



Puente Petrohué, X Región, año 1986.



Bahía de Puyuhuapi, año 1984.



Puente Lautaro durante su construcción, cerca de la desembocadura del río Mataquito, VII Región, año 1985.

Programa de rehabilitación y conservación vial

Préstamo BIRF N° 2297 - CH

Gustavo Nabalón Salazar
Ingeniero Civil

A.—Introducción.

Continuando con la labor que ha venido llevando a cabo el Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección de Vialidad que dice relación con la rehabilitación y conservación de la red vial básica y en especial con la recuperación de la Ruta 5 Longitudinal entre Arica y Puerto Montt, está en desarrollo un nuevo programa para estos fines. Este programa denominado "Programa de Rehabilitación y Conservación Vial" (P.R.C.V.) tiene un costo estimado que asciende a US\$ 245,7 millones y es financiado con un aporte nacional de US\$ 117,7 millones y un crédito de US\$ 128 millones a través del Préstamo BIRF N° 2297-CH del Banco Mundial (ver cuadro "Configuración Total del Programa").

El Programa, en general, incluye obras entre la I y la X Región. Se contempla además la adquisición y utilización de equipo de mantención de caminos y de equipo de investigación de pavimentos y de laboratorio.

Se estima que el Programa en su conjunto debe quedar finalizado en junio de 1989, es decir, dentro de un plazo de aproximadamente 6 años.

Este Programa incluye además la realización de un estudio sobre el sector transporte cuya materialización es de responsabilidad del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT).

Durante el transcurso del Programa, debido al terremoto que afectó a la zona central del país el 3 de marzo de 1985, el Banco Mundial aceptó financiar bajo el Préstamo 2297-CH, la reparación y reconstrucción de caminos y puentes dañados por el sismo, así como la reparación y rehabilitación de los puertos de San Antonio y Valparaíso, y la reparación de locomotoras, también afectadas por el citado sismo.

Las entidades o servicios responsables de llevar adelante cada una de las partes que comprende el Programa se indican en el punto siguiente.

B.—Descripción del programa.

El Programa, actualmente en plena ejecución, contempla lo siguiente:

Parte A: Reconstrucción y ensanche de carreteras

- (I) Reconstrucción de aproximadamente 435 km de la Carretera Longitudinal al norte de Santiago.
- (II) Reconstrucción y ensanche de aproximadamente 400 km de caminos transversales principales.
- (III) Ensanches de aproximadamente 11 km de la carretera Santiago-Valparaíso, y
- (IV) Reparación y reconstrucción de caminos dañados por el terremoto.

Parte B: Programa de conservación

- (I) Tratamiento superficiales y recapados, incluyendo reconstrucción de bermas de aproximadamente 1.400 km de caminos principales, y
- (II) Reparación de daños a causa de los temporales de aproximadamente 800 km de caminos, estructuras en ríos y 300 ml de túnel.

Parte C: Construcción y rehabilitación de puentes

- (I) Construcción de aproximadamente 40 puentes, totalizando aproximadamente 1.200 ml.
- (II) Rehabilitación de aproximadamente 60 puentes, totalizando aproximadamente 4.000 ml como también reparaciones adicionales o reconstrucción de puentes dañados por el terremoto, y
- (III) Mejoramiento de aproximadamente 60 km de caminos que dan acceso

a los puentes a ser reconstruidos o rehabilitados según la Parte C (I) y (II) arriba, como también reparación o reconstrucción de caminos de acceso asociados con éstos.

Parte D: Rehabilitación de puertos

Reparación y rehabilitación de los puertos de San Antonio y Valparaíso incluyendo:

- (I) Investigaciones batimétricas, análisis de la estabilidad de los muelles y su capacidad de operación, nivelación topográfica e inspecciones submarinas de rompeolas y muelles en ambos puertos, y estudios de factibilidad e ingeniería.
- (II) Reparaciones y modificaciones de servicios portuarios.
- (III) Reemplazo de equipo portuario, y
- (IV) Trabajos de dragado.

Parte E: Equipo de mantención de caminos

Adquisición y utilización de equipo de mantención de caminos y de equipo de investigación de pavimentos y de laboratorio.

Parte F: Reparación de locomotoras

Reparación de aproximadamente diez locomotoras Diesel.

Parte G: Servicios de consultoría

- (I) Para asesorar a Vialidad en la coordinación del proyecto y en la supervisión de obras civiles.
- (II) Para desarrollar sistemas de administración de pavimentación y mantención de caminos y para adiestrar personal del MOP para su adopción a dichos sistemas, y
- (III) Para adiestrar a personal del MOP a través de un programa de cursos y visitas al extranjero.

Parte H: Estudios

Llevar a cabo:

- (I) Estudios sobre puentes y carreteras, y
- (II) Estudios sobre el sector transporte.

Resumiendo, lo que a la Dirección de Vialidad le compete en relación a las obras civiles, es lo siguiente:

Caminos:

1. Rehabilitación del Camino Longitudinal	479 km
2. Conservación del Camino Longitudinal	646 km
3. Rehabilitación de caminos transversales	455 km
4. Conservación de caminos transversales	899 km

Total aproximado: 2.479 km

Puentes:

- 1. Construcción de 40 puentes equivalentes a 1.200 ml.

- 2. Reparación de 60 puentes equivalentes a 4.000 ml.
- 3. Construcción de accesos a los puentes y rehabilitación de los caminos que incluyen los circuitos de dichas obras, que en total abarcan una cifra aproximada de 60 km.

Estas cifras no incluyen la cantidad de kilómetros de camino y número de puentes que debieron ser rehabilitados por efecto del sismo del 3 de marzo de 1985.

Asignación de responsabilidades para llevar a cabo el Programa.

Partes del Proyecto	Entidad
Partes A, B y C	MOP-DV
Parte D:	
Puerto de San Antonio:	
1. Estudios de estabilidad y capacidad operacional de sitios de atraques, rompeolas y muelle, rehabilitación de sitios de atraque y modificación de accesos al puerto.	MOP-DOP
2. Obras civiles para: modificaciones de los accesos al puerto, reparaciones a los caminos portuarios, instalaciones de bitas, rehabilitación y estabilización de sitios de atraque, reparación de protección de piedra de los muelles tipo dedos y dragado.	MOP-DOP
3. Componentes restantes	MTT
Puerto de Valparaíso:	
1. Investigaciones batimétricas y estudios de estabilidad y capacidad operacional de grúas para containers y sitios de atraque.	MOP-DOP
2. Obras civiles para la reparación de rompeolas y dragado.	MOP-DOP
3. Componentes restantes	MTT
Parte E	MOP-DV
Parte F	MTT
Parte G	MOP-DV
Parte H (I)	MOP-DV
Parte H (II)	MTT

Nota: MOP significa Ministerio de Obra Públicas.
 D.V. significa Dirección de Vialidad.
 DOP significa Dirección de Obras Portuarias.
 MTT significa Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.



Camino rehabilitado de Carmen Alto-Calama, II Región, año 1986.



Rehabilitación de la Carretera Longitudinal, sector Tongoy-Peñablanca, IV Región.

C.—Desarrollo del programa en lo que a Vialidad corresponde.

En abril de 1983 se llevaron a cabo en Washington las negociaciones técnicas que condujeron a la firma del Convenio de Préstamo con fecha 1° de agosto de 1983. Cumplidos los trámites de carácter legal que el Banco Mundial exige en estos casos, con fecha 25 de octubre de 1983 entró en plena vigencia el convenio acordado.

En la temporada de invierno del año 1984, nuestro país se vio afectado por un fuerte temporal causando daños en la red vial entre la III y X Regiones. La reparación de una gran parte de los daños sufridos por este temporal fue financiada también por el Banco Mundial.

Durante el desarrollo del Programa se fue detectando que los montos asignados originalmen-

te para imprevistos y contingencias de precios, estaban resultando superiores a lo ocurrido hasta la fecha del análisis. Sumados estos excedentes y bajo el supuesto que la situación que los había generado se iba a mantener (como ha ocurrido hasta la fecha), se presentó al Banco Mundial un listado de nuevos proyectos que se podrían incorporar para aprovechar estos excedentes, lo que dicha entidad crediticia aprobó en gran parte tomando en cuenta los recursos que iban a quedar disponibles; de esta manera, se llegó a conformar las metas físicas (kilómetros de caminos y número de puentes) que están indicados en el punto B anterior y que es lo vigente a la fecha.

Al 31 de marzo del presente año, la configuración de costo estimado de las obras civiles es la indicada a continuación:

Costo estimado en US Dólares de las Obras Civiles dentro del Programa

Tipo de Obra	Costo estimado en millones de dólares							
	Contratos Adjudicados				Contratos por Ejecutar		Totales	
	Terminados		En Ejecución					
	Nº	Monto	Nº	Monto	Nº	Monto	Nº	Monto
Caminos	30	72,467	20	49,201	24	57,829	74	179,497
Puentes	12	11,742	1	3,326	—	—	13	15,068
Emergencia terremoto	55	9,674	4	2,523	—	—	59	12,197
Emergencia temporales	29	1,270	—	—	—	—	29	1,270
Totales	126	95,153	25	55,050	24	57,829	175	208,032

El avance físico al 31.03.87 de las Obras Civiles contratadas (terminadas y en ejecución) es el siguiente

Tipo de Obra	Monto Adjudicado (estimado)	Millones en US dólares			
		Obra Programada		Obra Ejecutada	
		Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Caminos	121,668	92,190	75,8 %	90,700	74,5 %
Puentes	15,068	14,864	98,6 %	14,796	98,2 %
Terremotos	12,197	12,033	98,7 %	12,033	98,7 %
Temporales	1,270	1,270	100,0 %	1,270	100,0 %
Totales	150,203	120,357	80,1 %	118,799	79,1 %

Así celebró el M.O.P. sus cien años ...

1887-1987

Discurso del señor Ministro, Brigadier General don Bruno Siebert Held, en la Sala de Plenarios del Edificio Diego Portales, con motivo del Centenario del Ministerio de Obras Públicas.

Altamente honrados con la presencia de S.E. el Presidente de la República y acompañados de ilustres autoridades y visitas, nos encontramos reunidos hoy en un ambiente de regocijo y solemnidad, recordando aquel 21 de Junio de 1887, en que por iniciativa del entonces Presidente de la República, don José Manuel Balmaceda, se promulgó la Ley que dio origen al Ministerio de Industrias y Obras Públicas, cuyo primer Ministro fue don Pedro Montt.

Han transcurrido cien años a través de los cuales, y en la medida en que se desarrollan las fuentes generadoras del crecimiento del país, Obras Públicas con la capacidad y esfuerzo de todos sus colaboradores, se ha constituido en fuente de tecnología creadora que ha dado apoyo al desarrollo económico y social, proyectando, construyendo, conservando y en ocasiones administrando, las obras que el país ha ido requiriendo para su progreso.

Quisiera a través de mis palabras poder transmitir a ustedes el significado que tiene para nosotros esta centenaria existencia y la trascendencia de esta institución, cuya acción se palpa día a día en todos los rincones de Chile y en cada una de las actividades del quehacer nacional.

En Chile, las obras públicas se inician históricamente con el Descubrimiento y la Conquista, desde un estado germinal que surge gradualmente, en medio de rigores naturales de todo orden, productos de la variada y accidentada geografía que le imprimen sus peculiares características.

La fundación de ciudades y fuertes, la necesidad de comunicarlas con sendas y caminos que imperiosamente debían atravesar numerosos y caudalosos ríos, la necesidad de facilitar el atraque y desatraque de barcos que llegan de la Madre Patria, imprimen el sello característico de las obras públicas al Chile incipiente.

A mediados del siglo XVI se inicia un largo plan de obras públicas, que incluye refugios en el camino a través de la Cordillera de los Andes hacia Mendoza, la construcción del acueducto de la quebrada de Ramón, los tajamares en el río Mapocho, el Puente de Calicanto, etc.

Las obras que se construyeron hasta el siglo XVIII fueron estudiadas, ejecutadas y dirigidas por arquitectos e ingenieros militares, personas con experiencia y conocimientos técnicos, provenientes en su mayoría del Reino de España.

La Guerra de la Independencia postró a Chile en un decaimiento económico que trajo como consecuencia un estancamiento en las construcciones de bien público y un deterioro de las existentes.

Desde 1820 en adelante y cuando Santiago contaba con unos 40.000 habitantes no hubo obras públicas de realce. Si es necesario nombrar algunas podrían mencionarse el refuerzo de los tajamares y las reconstrucciones de edificios y puentes dañados por terremotos y crecidas.

A partir de 1830, con la reorganización de la Administración del Estado emprendida por don Diego Portales, basada en la eficiencia, honradez y respeto por las funciones y la autoridad constituida, se logra la meta de equilibrar los ingresos y egresos de la Nación, normalizándose la situación económica y permitiendo al Estado invertir en obras públicas.

En 1837, se promulga la ley orgánica de los Ministerios mediante la cual las principales funciones de obras públicas se entregan al Ministerio del Interior, lo que facilitó que Gobiernos posteriores dieran un gran impulso a la construcción de obras.

Durante el período comprendido entre el comienzo de la Guerra del Pacífico y la Revolución de 1891, Chile tiene altibajos, escasean ingenieros, inspectores y mano de obra calificada; no obstante, la labor de obras públicas continúa avanzando, especialmente en el ámbito de las vías de comunicación.

El 21 de junio de 1887 nace el Ministerio de Industrias y Obras Públicas, con don Pedro Montt como primer Secretario de esta Cartera.

Se inicia con ello un vasto plan de obras públicas, dando preferencia a ferrocarriles y caminos, con miras al desarrollo de nuevos centros de producción.

Hasta esa época, la población chilena carecía de los elementos capaces de proteger la salud y las ciudades no disponían de los servicios de agua y alcantarillado. Se dotó entonces de agua a numerosos pueblos y ciudades y se amplió en otras el servicio; grandes mejoras se hicieron en Santiago y Valparaíso, invirtiéndose preferentemente los fondos fiscales en obras públicas de carácter productivo.

Surgen obras de importancia, como son los grandes puentes ferroviarios sobre el Biobío, el Laja y el Ñuble y más de 1.000 kilómetros de nuevas vías férreas, el viaducto del Malleco, las estaciones de ferrocarriles Alameda y Mapocho, el Museo de Bellas Artes y muchas otras de igual relevancia.

Cuando uno admira y contempla hoy las grandes realizaciones de aquella época, incólumes ante los embates de la naturaleza, no puede menos que rendir un tributo de reconocimiento a todos aquellos profesionales, técnicos y obreros que lograron con eficiencia crear y construir obras destinadas a perdurar en el tiempo.

Durante 1924, se organiza el Ministerio de Industrias y Obras Públicas, pasando a dividirse en dos nuevas Secretarías de Estado: la de Agricultura, Industrias y Colonización... y la de Obras y Vías Públicas, con sus servicios de ferrocarriles, servicios eléctricos, caminos y puentes y obras públicas.

Antes de finalizar el mandato del Presidente don Arturo Alessandri, este organismo pasó a denominarse Ministerio de Obras Públicas, Comercio y Vías de Comunicación. Dos años más tarde, el Subsector Comercio se segrega del Ministerio, quedando independiente el Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación.

En los años venideros hay nuevas reorganizaciones. En 1930, se crea el servicio independiente denominado Dirección General de Obras Públicas a cargo de la ejecución de todas las obras públicas del país, como de la explotación de las construcciones estatales, de la concesión de las mercedes de agua para regadío y usos industriales.

De esta forma se ven nacer puertos, aeropuertos, el Estadio Nacional y en general obras de riego, agua potable y alcantarillado, continuando así su labor de promover el desarrollo económico del país a través de un esfuerzo planificado de inversiones públicas.

Con la promulgación de la Ley N° 15.840, el 9 de Noviembre de 1964 se reorganiza el Ministerio de Obras Públicas y se le encomienda además supervigilar la Corporación de la Vivienda Rural y la Empresa de Agua potable de Santiago.

En 1965, se separa de este Ministerio toda la actividad relacionada con Vivienda creándose el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

En 1967, se le traspasan las funciones en materias de Transporte desde el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, las que se mantienen hasta el mes de junio de 1974, en que se da origen al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

No puedo dejar de resaltar la innegable labor que ha tenido el Gobierno Militar encabezado por S.E. durante estos 13 años en materia de obras públicas, el cual, consciente de que el progreso de un país está basado en buena medida en el desarrollo de su infraestructura económica y social, ha promovido la construcción de numerosas obras públicas.

Hoy día podemos señalar con orgullo que Chile tiene una red vial de aproximadamente 80 mil kilómetros, que se extiende hasta las comunas más apartadas del territorio nacional, uniendo al país como una columna vertebral la Ruta Longitudinal e integrando también una vasta zona austral a través de la avanzada construcción de la Carretera Longitudinal Austral. Toda esta red incluye a casi 7.000 puentes con aproximadamente 170.000 metros lineales y 7 túneles con un total de 8.500 metro lineales.

Se suman a lo anterior, en el sector Transporte, los puertos mayores y menores, las rampas para transbordadores, muelles y caletas pesqueras, que permiten un mejor aprovechamiento de las ventajas de todo orden que nos entrega nuestro generoso y extenso litoral.

Por otra parte, es importante destacar también nuestra red de aeropuertos y aeródromos que facilitan la unión de lejanos poblados del territorio nacional como asimismo las comunicaciones con el extranjero.

Debo señalar, además, el gran progreso alcanzado en la actividad del sector Obras Sanitarias, que permite satisfacer las legítimas aspiraciones de la población urbana y rural, mediante programas impulsados por organismos de asistencia técnica y financiera internacionales, que han constituido un ejemplo en su aplicación y que nos permiten exhibir hoy en día porcentajes de cobertura que se ubican entre los más altos de Latinoamérica.

Nuestra agricultura cuenta con 1.200.000 há. regadas gracias a la ejecución de numerosos embalses y canales de regadío, la gran mayoría de ellos construidos por el Estado a través de este Ministerio.

Para ello el Ministerio ha instalado y opera una red hidrométrica que cubre todo el país, todos los parámetros relacionados con el agua y la información generada está a disposición de quienes lo necesiten.

La actividad de la construcción de edificios públicos reviste importancia dentro de las inversiones de carácter social, pudiendo señalar por ejemplo: establecimientos educacionales, jardines infantiles, centros deportivos, hospitales, policlínicos y postas de salud, establecimientos carcelarios, etc., los que son encargados a nuestro Ministerio por decisión de los organismos que los requieren.

A pesar de su corta existencia, en el contexto de estos cien años, sería injusto no hacer una mención de los 29 kilómetros de Ferrocarril Metropolitano que cruzan nuestra capital de oriente a poniente y de norte a sur y que gozan del reconocimiento unánime de los santiaguinos por el servicio que prestan.

Sin lugar a dudas, estos significativos avances son el fruto de políticas coherentes, que han dispuesto permanentemente parte importante del presupuesto nacional para obras de infraestructura pública, contando con el decidido apoyo brindado por entidades financieras internacionales que continuamente están impulsando los planes del sector. Esto se ha hecho notar especialmente en los últimos años, donde existe una inversión creciente; no obstante, las necesidades son considerables. Por ello, es trascendental realizar siempre una adecuada priorización, como asimismo una óptima coordinación entre los distintos sectores.

Es indiscutible que en la vida institucional del Ministerio de Obras Públicas, siempre han prevalecido las condiciones necesarias para generar y disponer de un acervo técnico de primera categoría. Es motivo de orgullo para nosotros y para el país ver cómo en nuestros Servicios se han formado, preparado y perfeccionado muchos profesionales, que posteriormente constituyeron la base de otras instituciones que hoy gozan de merecido prestigio nacional. Rindo un homenaje a los profesionales y técnicos relacionados con esta Secretaría de Estado que en estos cien años han contribuido, cada uno con un grano de arena, para que este Ministerio sea lo que es: una institución técnica eficiente y respetada.

En estos últimos cinco años, he constatado estas condiciones al tener que enfrentar los lamentables embates de la naturaleza que todos recordamos, como los temporales, las inundaciones y el sismo de 1985, cuando no sólo se demostró la idoneidad de nuestros profesionales y técnicos y la dedicación de funcionarios y trabajadores, sino también su alto espíritu de sacrificio y colaboración al permanecer en los lugares devastados hasta entregar de nuevo a la comunidad el servicio de las obras dañadas.

En una ocasión como ésta, me hago un deber expresarles a todos los integrantes del Ministerio el saludo sincero de S.E. el Presidente de la República y de todas las autoridades de Chile, deseando que este reconocimiento y felicitación alcancen también a aquellos trabajadores que en forma anónima ejercen funciones que no son perceptibles por la opinión pública y para aquellos que se desempeñan en los lugares más alejados e inhóspitos de nuestro territorio.

Sería injusto, al referirnos a la labor de Obras Públicas, no destacar la importante participación que les cabe a las empresas constructoras, obreros de la construcción, consultorías de estudios y de inspección, proveedores de materiales y equipos y, en general, a todos aquellos organismos relacionados con nuestra actividad, los cuales han sido indispensables para llevar a cabo la materialización de nuestros programas en beneficio de todos los chilenos.

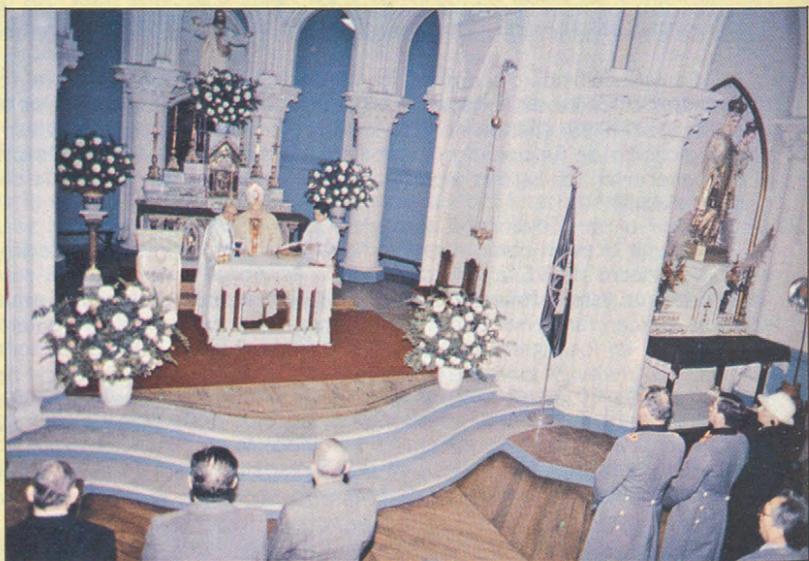


Ministro de Obras Públicas, Subsecretario, Secretaria Regional Ministerial, Directores Generales de Obras Públicas y de Metro, Jefe del Gabinete del Ministro y Cuerpo de Directores de Servicios, en el Privado del Ministro, con motivo del Centenario del MOP.

Actos y Ceremonias



Solemne misa de acción de gracias, celebrada en el Templo San Francisco de Borja, con motivo del Centenario del MOP, con asistencia de autoridades y personal de este Ministerio.



Señor Subsecretario y autoridades durante la inauguración de la Exposición Fotográfica realizada con motivo de las festividades del Centenario, en la Estación U. de Chile del Metro.

Conferencia de Prensa ofrecida por el señor Ministro de Obras Públicas, en compañía de los Directores de Servicios del MOP, a los medios de comunicación.

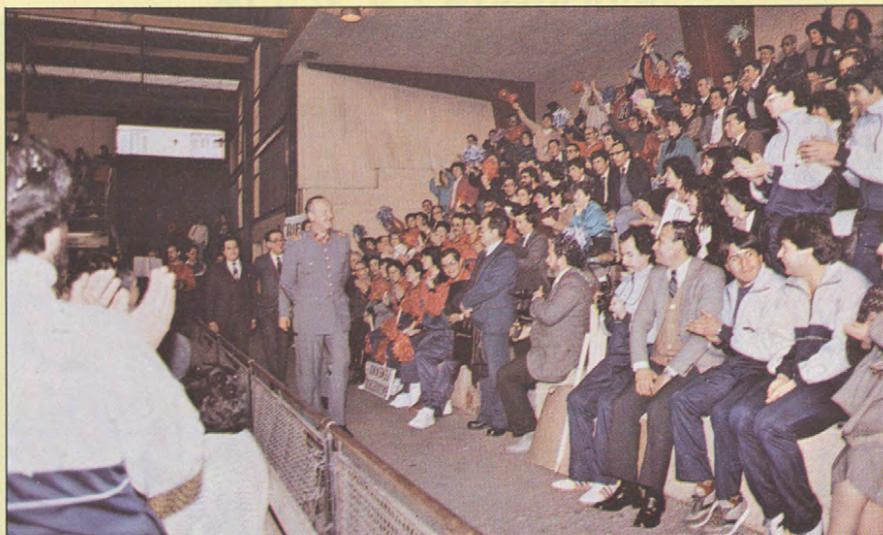


Entrega de una medalla conmemorativa del Centenario al señor Urbano del Carmen López Lobos, ex funcionario de Vialidad, el más antiguo de la V Región.



Ceremonia de inauguración, en Viña del Mar, de la rehabilitación del camino internacional Viña del Mar-Túnel Cristo Redentor (Ruta 60-CH), última obra del primer "Siglo MOP", efectuada por el Ministro de Obras Públicas y el Intendente de la V Región.

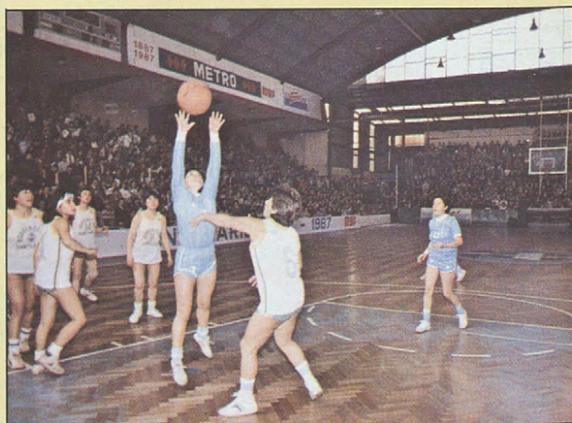
Baile folclórico de "huasos" en la inauguración de la obra rehabilitación del camino internacional Viña del Mar-Túnel Cristo Redentor (Ruta 60-CH), efectuada en Viña del Mar.



Entrada del señor Ministro y del Director General de Obras Públicas al Estadio Nataniel el día de Clausura de la Olimpiada.



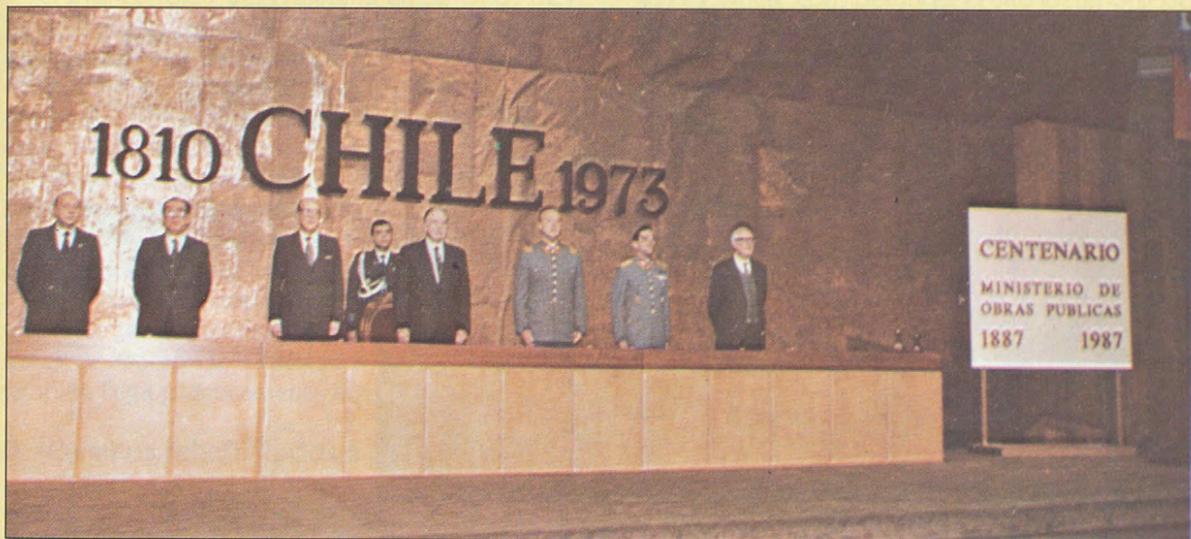
Como parte del término de la Olimpiada organizada en homenaje al Centenario del Ministerio, se desarrolló el partido final de baby fútbol.



Final del partido de básquetbol femenino, en el Estadio Nataniel, jugado el día de la clausura de la Olimpiada realizada en celebración del Aniversario del MOP.



Aspecto de las Tribunas del Estadio Nataniel el día de clausura de la Olimpiada.



Tribuna de Honor al iniciarse el Acto celebrado en la Sala de Plenarios del Edificio Diego Portales.



S.E. el Presidente de la República hace entrega de la medalla conmemorativa del Centenario al funcionario Augusto Grosse Ickler por haber cumplido 54 años de servicio; medallas similares correspondieron a Oscar Montoya Briones, Julio González Donoso y Aulio Concha Barrañao por haberse desempeñado durante más de 50 años en el MOP.



S.E. el Presidente de la República estampa su firma en el primer ejemplar del libro "Centenario Ministerio de Obras Públicas" en ceremonia efectuada en la Sala de Plenarios del Edificio Diego Portales, que será mantenido como patrimonio histórico en la Biblioteca Nacional.

Momento en que S.E. el Presidente de la República, junto al Ministro de Obras Públicas, abandona la Sala de Plenarios del Edificio Diego Portales en que se desarrolló una imponente ceremonia a la que asistieron ministros de Estados, subsecretarios, altas autoridades civiles y militares de gobierno y del MOP.





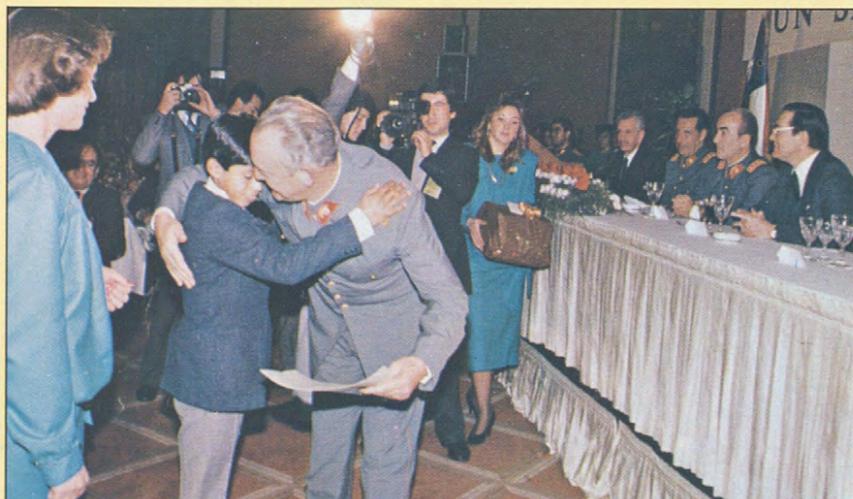
Llegada al Ministerio de Obras Públicas de la Posta Ciclista, proveniente de Arica y Puerto Montt, simultáneamente.



Acto efectuado en el Hotel Crowne Plaza en que el señor Ministro de Obras Públicas entrega a S.E. el Presidente de la República un ejemplar especial de la medalla conmemorativa del Centenario del MOP, al que concurren autoridades de nuestro Ministerio.



Presentación conjunta de los grupos folclóricos "Quilleico" (Obras Públicas), "Aillabilún" (Metro) y grupo de EMOS, en el Hotel Crowne Plaza, durante el almuerzo de camaradería.



El señor Ministro de Obras Públicas hace entrega de un premio al estudiante Sergio Gutiérrez Pailadura, de la Escuela F-798 de Calera de Tango, por haber obtenido el primer lugar en el concurso de pintura relacionado con el Centenario del MOP, durante el almuerzo efectuado en el Hotel Crowne Plaza, con asistencia de altas autoridades de gobierno y del MOP.

El avance físico del Programa en términos de kilómetros de caminos rehabilitados y reparados, es el siguiente: a través de 30 contratos terminados, se ha logrado recuperar 1.155 km, y mediante 20 contratos actualmente en ejecución, se están rehabilitando 620 km.

En cuanto al avance en la rehabilitación de puentes y sus accesos, éste alcanza prácticamente al 100%, habiéndose logrado reconstruir 42 puentes y rehabilitar una cantidad similar.

En lo que se refiere a las reparaciones producidas de los temporales del año 1984 y del sismo del 3 de marzo de 1985, su avance a la fecha también llega prácticamente al 100% ejecutado.

D.—Caminos rehabilitados o por rehabilitar dentro del programa.

En lo referente a la Ruta 5, el Programa tiene incluido rehabilitar el longitudinal al norte de Santiago, entre Tongoy (unos 70 km al sur de Ton-

goy) y Arica, considerando el alto deterioro de esta Ruta en la zona que atraviesa la II Región del país, gran parte de las obras se ha concentrado en dicha Región.

En lo que se refiere a las rutas transversales, los caminos a rehabilitar se encuentran ubicados entre Antofagasta y Puerto Montt.

El cuadro "Obras contempladas en el Programa" nos indica la cantidad física de kilómetros de caminos por Regiones.

E.—Tipo de contrato y modificaciones de obras.

Todas las obras del Programa salvo dos excepciones, se han contratado bajo el sistema de Suma Alzada. Dos proyectos se contrataron bajo el sistema de Pago Contra Recepción.

Con respecto a modificaciones de obra que han sufrido los contratos, la situación es la siguiente:

Programa de Caminos	:	US\$ 121,668	/US\$ 117,940	=	+	3,2 %
Programa de Puentes	:	US\$ 15,068	/US\$ 13,910	=	+	8,3 %
Emergencias Terremoto	:	US\$ 12,197	/US\$ 11,562	=	+	5,5 %
Emergencias Temporales	:	US\$ 1,270	/US\$ 1,270	=	+	0,0 %

US\$ 150,203 /US\$ 144,682

La modificación global al considerar los cuatro programas es: + 3,8 %.

F.—Avance estimado global del Programa de Obras Civiles a la fecha:

Según monto estimado (final) del Programa:

Monto Adjudicado	US\$ 150,203 x 10 ⁶	=	72,2 %
Monto Estimado Programa	US\$ 208,032 x 10 ⁶		
Monto Ejecutado	US\$ 118,799 x 10 ⁶	=	57,1 %
Monto Estimado Programa	US\$ 208,032 x 10 ⁶		



Obras contempladas en el Programa

Préstamo B.I.R.F. N° 2297 - CH

Región	LONGITUDINAL						TRANSVERSALES						Total
	Rehabilitación			Conservación			Rehabilitación			Conservación			
	T	E	L	T	E	L	T	E	L	T	E	L	
I	0	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	83
II	133	102	77	58	85	73	115	0	0	0	91	0	734
III	0	0	95	296	0	0	0	0	0	48	0	0	439
IV	72	0	0	12	0	39	0	0	85	33	79	0	320
V	0	0	0	0	0	0	11	30	0	48	0	0	89
R.M.	0	0	0	0	0	0	0	55	0	14	27	6	102
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	70	11	9	0	90
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	13	50	168
VIII	0	0	0	0	0	0	23	22	19	20	11	72	167
IX	0	0	0	0	0	0	0	25	0	35	25	0	85
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	46	118	202
Total	205	102	172	449	85	112	149	132	174	352	301	246	2.479

T = Terminados
 E = En ejecución
 L = Por licitar
 Unidad = Km

Fecha de cierre de esta información: 30 de abril de 1987.





Camino rehabilitado Carmen Alto-Calama, II Región, año 1986.



Carretera Longitudinal, acceso norte al puente Limarí, IV Región, año 1986.

Configuración total del Programa

Categoría	Monto del préstamo asignado (Expresado en equivalente en dólares)	Aporte Local (US\$)	Porcentaje Desembolso	Total (US\$)
(1) Obras Civiles				
(a) Parte D (II) y (IV) del Proyecto	2.900.000	1.933.333	60	4.833.333
(b) Parte A (III) del Proyecto	3.000.000	3.000.000	50	6.000.000
(c) Otras partes del Proyecto	87.280.798	87.280.798	50	174.561.596
(2) (a) Equipo portuario y Reparación de locomotoras bajo partes D (III) y F	3.000.000	1.000.000	75*	4.000.000
(b) Equipo bajo la parte E del Proyecto	8.700.000	2.900.000	75*	11.600.000
(3) Servicios técnicos, incluyendo honorarios de consultorías y capacitación local				
(a) Parte D (I) del Proyecto	3.000.000	1.000.000	75*	4.000.000
(b) Parte H (II) del Proyecto	500.000	611.111	45*	1.111.111
(c) Otras partes del Proyecto	4.700.000	5.744.444	45*	10.444.444
(4) Capacitación y becas al exterior	400.000	—	100	400.000
(5) Depósito inicial	10.000.000	10.000.000	50*	20.000.000
(6) Honorarios	319.202	—	100	319.202
(7) No asignado	4.200.000	4.200.000	50*	8.400.000
	128.000.000 (52,10 %)	117.669.686 (47,89 %)		245.669.686

* Porcentaje estimativo.

Sistema de gestión de pavimentos

Ing. Civil Jorge Salgado Aravena.
Ing. Civil Pablo Gutiérrez Donoso.
Ing. Civil Francisco Romero Dettoni.

Estimamos de gran interés para la Dirección de Vialidad el contenido de este artículo que por su extensión original ha obligado a su reproducción parcial en capítulos, el primero de los cuales se incluye en esta edición.

1.—Antecedentes.

Chile tiene una Red Vial de 80.000 km de los cuales 23.000 km conforman la Red Básica. De éstos, 5.800 km están pavimentados con doble tratamientos o mezclas asfálticas y unos 3.230 km lo están con hormigón de cemento hidráulico. Geográficamente, se extienden de la latitud 18 S. a la 54 S., entre la costa del Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes.

Los climas reinantes en esta faja del Continente Americano abarcan una amplia gama de combinaciones de temperatura y precipitaciones, desde cálido y árido a húmedo y frío, con variaciones de temperatura noche-día pequeñas en la costa y fuertes al interior. Como consecuencia de esto, el proyecto, la construcción y la conservación de carreteras, deben realizarse para condiciones variables y con frecuencia localmente particulares.

En 1975 la Dirección de Vialidad se ve enfrentada a una situación alarmante: gran parte de los caminos pavimentados de la Red Básica requería de importantes intervenciones. Estudios efectuados establecen la necesidad de asignar a la conservación y rehabilitación la suma de US\$ 95 millones anuales para adecuar la Red Básica pavimentada a las necesidades del tránsito en el período 1980-1990, incluyendo el refuerzo de una parte importante de la red pavimentada.

Teniendo en cuenta las incertidumbres inherentes a la metodología de diseño en uso, predominantemente empírica, que incorpora factores de seguridad que enmarcaran las variables no controladas, la Dirección de Vialidad elabora un Plan de Control y Seguimiento de Pavimentos destinado a salvaguardar la inversión que realiza para rehabilitar y reforzar aproximadamente 4.000 km correspondientes en su mayoría al camino longitudinal y a los transversales principales.

La experiencia señala que una mantención caminera adecuada y oportuna resulta económica y es la alternativa razonable cuando se trata de obtener la máxima eficiencia de las inversiones realizadas en la construcción y en la explotación.

2.—Objetivos.

El Plan, tal como su nombre lo indica, contempla dos campos de acción:

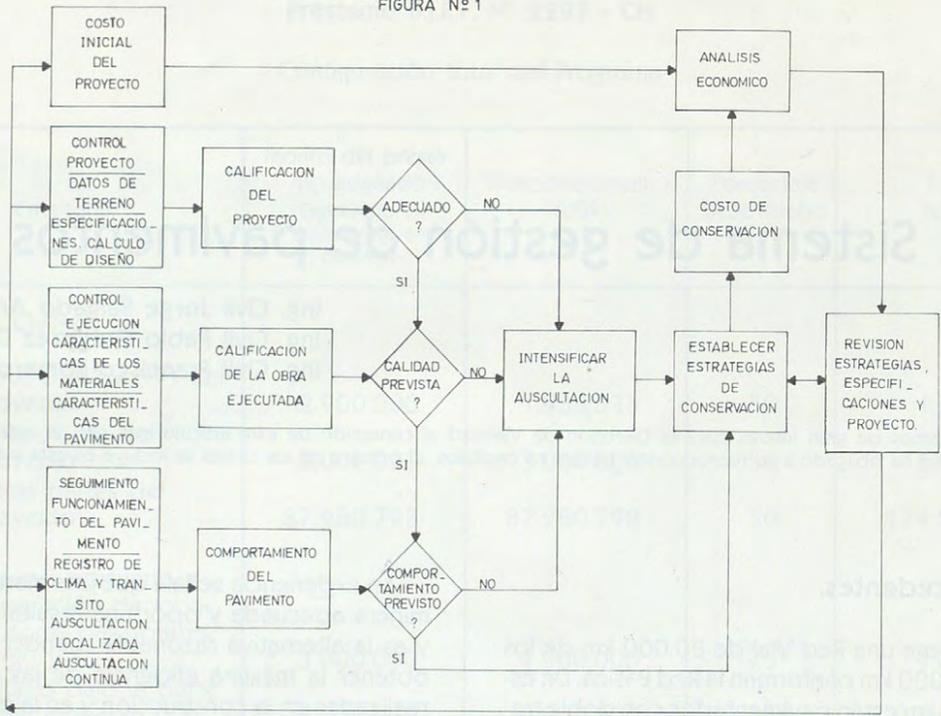
- Control, establecido para evaluar el proyecto, la calidad de los materiales empleados y la calidad de la obra ejecutada y recoger su costo.
- Seguimiento, programado para conocer el comportamiento estructural en distinto entorno y estado de conservación ante determinadas solicitaciones y, el rendimiento del pavimento, que es la variación del nivel de servicio en el tiempo, o sea la calidad ofrecida al usuario en cuanto a comodidad, seguridad y rapidez.

Ambas actividades se desarrollan sistemáticamente de forma extensiva en toda la red pavimentada y de forma intensiva en zonas localizadas, representativas de las diversas estructuras y condiciones de entorno existentes en el país. En la Figura N° 1 se muestra un diagrama de flujo del Sistema de Control y Seguimiento de Pavimentos.

Este Plan se concibe con el objeto de:

- Definir operaciones de conservación eficaces. El pavimento puede requerir incluso actuaciones preventivas que lo protejan de futuros daños, aunque su nivel de servicio o serviciabilidad presente sea satisfactorio.
- Establecer umbrales para la evolución de las características del pavimento a partir de los cuales se precisan determinadas intervenciones en él.

FIGURA N° 1



- Establecer estrategias de conservación a nivel de la carretera y de la red.
- Presupuestar la conservación necesaria y suficiente, y
- Optimizar la asignación de recursos.

Adicionalmente:

- Adecuar las prescripciones técnicas a los medios de ejecución disponibles.
- Verificar los parámetros de diseño que caracterizan el entorno propio del territorio.
- Actualizar las hipótesis de diseño (tránsito, clima y concepción de la estructura del pavimento).

El desarrollo de este Plan permitirá, en primera instancia, implantar en la Dirección de Vialidad un Sistema de Gestión para la Conservación de Pavimentos (SGCP) cuya meta es minimizar el costo total del transporte por carretera, teniendo en cuenta los costos del usuario, el retorno de la inversión realizada (costo del pavimento) y el costo de conservación mediante técnicas de proyecto, de construcción y de conservación adecuadas.

Para lograr estos objetivos es necesario:

- Evaluar los efectos de la calidad de construcción sobre el comportamiento real del pavimento, comparándola con las hipótesis adoptadas para el diseño en la etapa de proyecto.
- Identificar las causas del deterioro local provenientes de vicios y omisiones del proyecto y/o de la ejecución con el fin de tomar medidas precautorias adecuadas y oportunas.

- Calibrar la relación entre los efectos del entorno (temperatura y humedad), de la calidad de la fundación (subrasante) y del tránsito acumulado, y el comportamiento del pavimento.
- Determinar la conservación requerida para mantener un rendimiento funcional adecuado, y
- Determinar los costos de construcción y de conservación de los pavimentos y estimar el costo soportado por el usuario (costo de operación).

El SGCP implantado será integrado en el Sistema de Gestión Vial (SGV) meta futura de la Dirección de Vialidad.

3.—Estructuración.

La relación entre la solicitud y la evolución del pavimento se ha esquematizado como se indica en la Figura N° 2. El pavimento entrega, a una "solicitud" (Entrada), una "respuesta" (Salida) determinada por la función de transferencia característica, determinada por la estructura del pavimento y su fundación.

Las solicitudes son el Tránsito, expresado en ejes equivalentes, y el Clima representado por las variables temperaturas y humedad asociadas a su duración en el ciclo anual. La superposición de tránsito y clima permitirá la correcta estimación de la severidad a que se ve expuesto cada pavimento.

La función de transferencia, correspondiente a un pavimento sobre una determinada funda-

ción, queda establecida por la concepción y el dimensionamiento de su estructura, por la calidad de los materiales de construcción y por la calidad de la obra terminada.

La respuesta del pavimento se determina midiendo sus características funcionales y estructurales. A las primeras corresponden la Irregularidad Superficial, medida por la magnitud de las deformaciones, longitudinal y transversal, de la rasante del pavimento; la Resistencia al Deslizamiento, medida por el coeficiente de fricción entre la superficie del pavimento y los neumáticos de los vehículos; y la Luminosidad que afecta la visibilidad cuando la superficie mojada es muy lisa o no provee facilidad de escurrimiento superficial. A las segundas corresponde el Aspecto Superficial, índice que refleja la intensidad del deterioro del pavimento ponderando fisuras, grietas, pérdidas de material y baches; y el Comportamiento Estructural, es decir la variación de la condición estructural en el tiempo, medida por la respuesta del pavimento sometido a una carga.

La respuesta evoluciona con la acumulación de solicitaciones, en el tiempo, reflejando el deterioro de las distintas propiedades del pavimento y expresan la variación de su rendimiento.

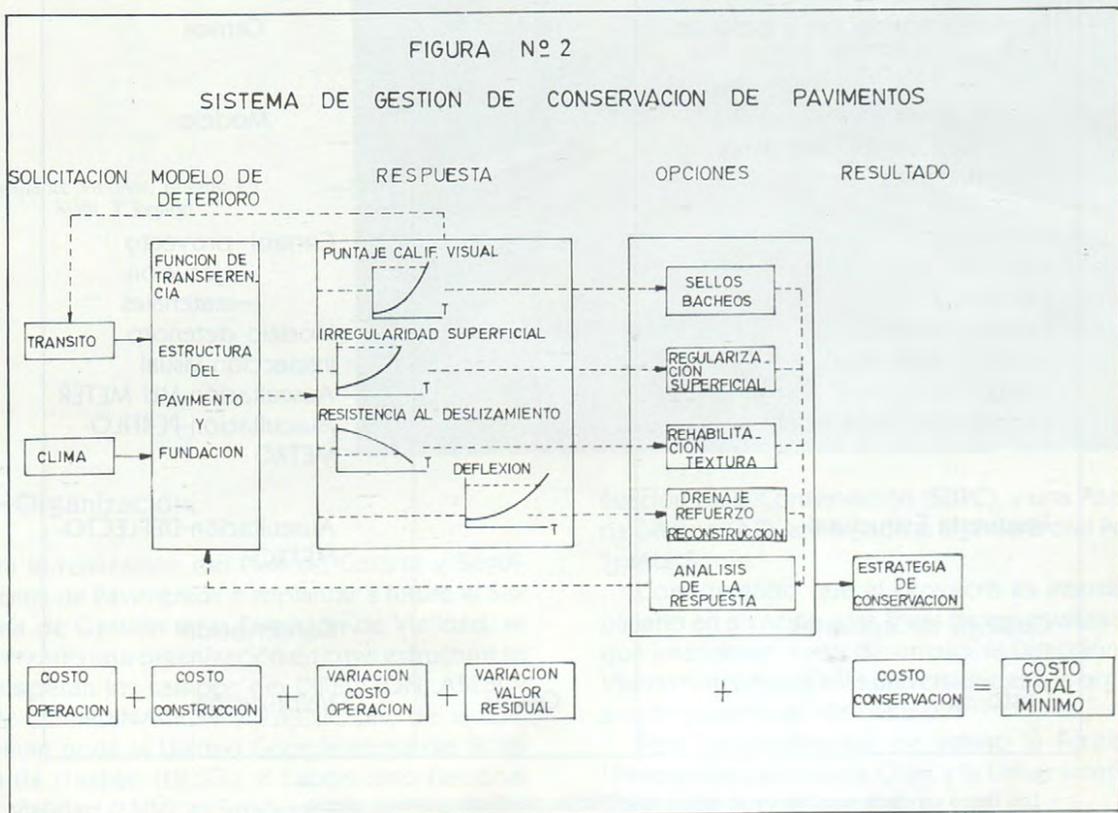
La necesidad y la oportunidad de intervenir al objeto de restaurar una determinada propiedad del pavimento se determina adoptando umbrales de deterioro (U), para el tipo de carretera considerada.

El deterioro del pavimento incrementa la severidad de las solicitaciones, tránsito y clima, y en consecuencia acelera la evolución del pavimento. Las opciones de conservación que se indican en la Figura N° 2 están relacionadas con las respuestas por cuanto se efectúan para subsanar deterioros locales y/o generales del pavimento. De entre las opciones se distinguen las de conservación menor aplicables a defectos específicos y puntuales, de las de conservación mayor, apropiadas para corregir uno o más tipos de deterioros simultáneamente en distintas áreas del pavimento.

Es así como un Tratamiento Superficial sirve para mejorar la calificación visual y la resistencia al deslizamiento del pavimento, en cambio un Refuerzo mejorará al conjunto de las respuestas. Ambas opciones realimentan el sistema, la primera a la Salida y la segunda al Modelo por modificación de la estructura del pavimento.

El proceso de Selección de Opciones consiste en evaluar todas las opciones de la lista mediante el Análisis de la respuesta, seleccionando sólo aquellas que mejoran el comportamiento del pavimento, ordenándolas de menor a mayor eficacia. Se obtiene una serie de soluciones cada una de las cuales es una Acción técnicamente correcta.

La estructuración del sistema es conceptualmente común para todo tipo de pavimentos (rígidos, semirrígidos y flexibles). La función de trans-



ferencia y las variables de respuesta difieren como consecuencia de las particularidades de cada pavimento. De igual forma las intervenciones de conservación requieren técnicas de ejecución específicas para un determinado tipo de pavimento.

En el mismo diagrama se han incluido las partidas económicas asociadas a los componentes del Sistema. Es importante destacar que la evolución del Deterioro Superficial, de la Irregularidad Superficial y de la Resistencia al Deslizamiento inducen variaciones en el costo de operación y que, el comportamiento estructural, reflejado por el Deterioro Superficial y la respuesta estructural, determina la Variación del valor residual del pavimento que influye en el costo de conservación. La suma de las partidas económicas, en el sentido horizontal, arroja el costo total del pavimento. La determinación del Costo Total para cada una de las Acciones posibles permitirá determinar una Estrategia de Conservación óptima en términos técnico-económicos, aplicable al pavimento objeto de análisis. Mediante este procedimiento cada pavimento quedará caracterizado por el esta-

do en que se encuentra y por los costos de conservación, el mínimo necesario y el óptimo.

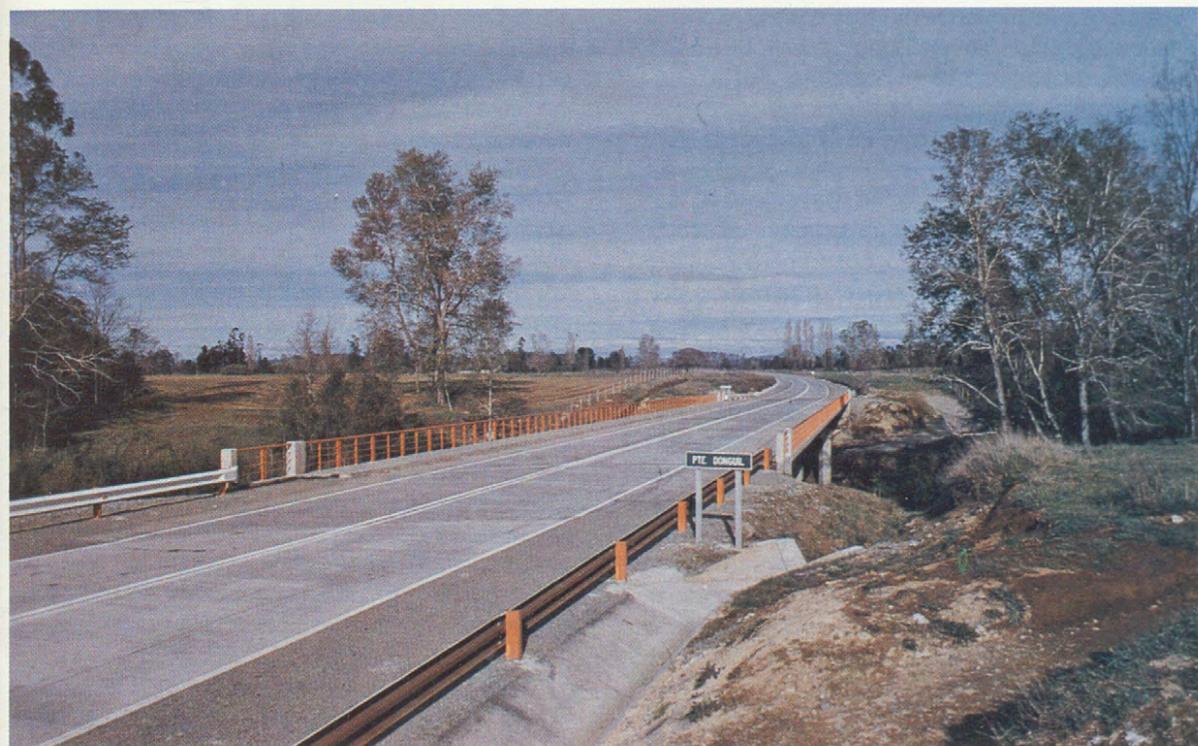
Clasificando los pavimentos en función de su estado y tránsito solicitante se obtendrá un conjunto de carreteras en que se hace necesaria la conservación. El orden de prioridad con que debe abordarse ésta, a nivel de la Red, se obtendrá del análisis del beneficio (reducción del costo de operación y aumento del valor residual) resultante de aplicar distintas opciones y adoptar en consecuencia una estrategia de conservación. El funcionamiento del Sistema se basa en la información resultante de evaluar los datos que aportan los subsistemas que lo componen (tránsito, clima, estructura del pavimento, fundación, acción de conservación y costos). Las tareas de recolectar y evaluar datos constituyen dos áreas de trabajo permanente a las que se agregan otras dos, la implantación de una relación funcional entre los subsistemas y la creación de un apoyo computacional que permita operar efizcamente el sistema.

La relación entre datos, subsistemas y actividades se muestra en el Cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

La recolección de Datos	Asociados a los Subsistemas	Conforman las Actividades
Número, distribución y peso de los ejes	Tránsito	Censos
Temperaturas Humedad, Capas Granulares Precipitaciones	Clima	Modelo
Geometría Espesor Resistencia Comportamiento Aspecto Superficial Textura Irregularidad Superficial	Pavimento	Control—proyecto —ejecución —materiales Modelo deterioro Inspección visual Auscultación-MU METER Auscultación-PERFILO-METRO
Respuesta Estructural		Auscultación-DEFLECTO-METRO
Catálogo de opciones		Conservación
Costo	Costos	Valorización

Los datos de cada subsistema se registran en fichas diseñadas para tal efecto.



Carretera Longitudinal Sur, puente Donguil, IX Región.



Variante Valdivia, puente en Máfil, X Región.

4.—Organización.

Para la realización del Plan de Control y Seguimiento de Pavimentos e implantar a futuro el Sistema de Gestión en la Dirección de Vialidad, se ha creado una organización en cuya estructura se consideran los campos de: DIRECCION, ASESORIA, COORDINACION y EJECUCION, de la cual forman parte la Unidad Coordinadora del Sistema de Gestión (UCSG), el Laboratorio Nacional de Vialidad (LNV), el Subdepartamento de Plani-

ficación de la Conservación (SDPC), y una Asesoría Externa (AE), encargada al ingeniero civil Peter Sprätz Sorge.

Considerando que el proyecto es interdisciplinario en atención a las áreas de especialización que intervienen en su desarrollo, la Dirección de Vialidad incorpora a las universidades a la organización encargada de realizarlo.

Para los pavimentos de asfalto la Pontificia Universidad Católica de Chile, y la Universidad de Chile para los de hormigón.

La colaboración estrecha de las universidades y de los especialistas nacionales con la Dirección de Vialidad tiene un objetivo secundario: incentivar la formación de nuevos profesionales y actualizar los planes de docencia en la Ingeniería Vial.

El desarrollo del Plan será responsabilidad de la UCSG dependiente de la Sub Dirección de Vialidad que con el apoyo de los comités directivo y ejecutivo, y de la Asesoría, coordinará y supervisará las actividades que deben realizar los distintos organismos de Vialidad, las universidades y la Asesoría Externa. En la Figura N°3 se presenta la organización señalando los distintos campos de actuación, los organismos involucrados y las relaciones funcionales.

El Comité Directivo tiene la tuición general del proyecto y sus funciones específicas son las de definir los objetivos, orientar la ejecución del programa, evaluar los avances de éste y de introducir enmiendas en él.

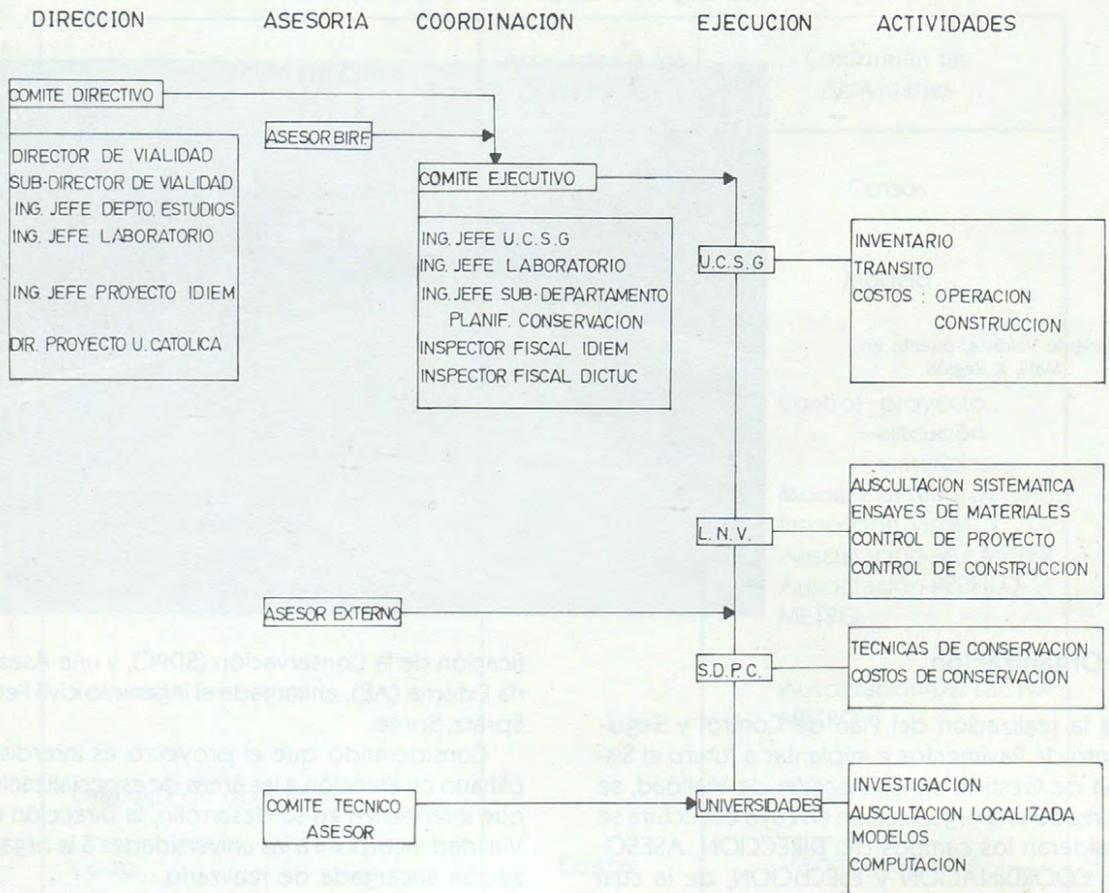
El Comité Ejecutivo tiene la fiscalización de la ejecución del programa y para ello debe establecer las normativas y metodologías adecuadas, planificar los trabajos, coordinar los medios necesarios para su ejecución, y actualizar los programas de acuerdo al avance.

La Asesoría Externa actúa en todos los niveles orientando a los organismos encargados, especificando las modificaciones y/o correcciones necesarias en el desarrollo de la investigación para lograr los objetivos propuestos. Aportará la información necesaria para la capacitación y especialización del personal que trabaje en el proyecto.

La ejecución ha sido asignada al Laboratorio Nacional de Vialidad (LNV), al Subdepartamento de Planificación de la Conservación (SDPC), a la Universidad de Chile (IDIEM) y a la Pontificia Universidad Católica de Chile.

La UCSG coordina las acciones de todos los organismos involucrados en el Plan de Control y

FIGURA N° 3



Seguimiento de Pavimentos, y además desarrolla las actividades de inventario, modelación del tránsito y costos (Operación y Construcción).

El LNV se encarga de efectuar la auscultación sistemática, los ensayos de materiales y el control de proyecto y de construcción.

El SDPC tiene a su cargo la normalización de técnicas de conservación y la determinación de costos de conservación.

Las universidades están encargadas de la investigación, para lo cual deben realizar la auscultación localizada, el desarrollo de modelos, de deterioro y de clima, y el soporte computacional.

Para hacer participar a ingenieros de gran experiencia en el área vial del sector privado, se ha invitado a algunos de ellos a formar parte de un Consejo Técnico Asesor cuya actividad se desarrolla en la sede de cada universidad, bajo la presidencia del ingeniero jefe de la UCSG.

5.—Medios.

Para la adquisición de datos en las distintas áreas, se utilizan además de los equipos existentes y pertenecientes a la Dirección de Vialidad y a las universidades, otros específicamente comprados para este proyecto por las tres entidades.

Los equipos asociados a cada área y destinados a la adquisición de datos para los diferentes subsistemas se describen a continuación:

—Tránsito.

Para la cuantificación de esta solicitud se cuenta con la infraestructura y organización de la Dirección de Vialidad que dispone de:

- Plazas de pesaje dinámicas que registran en forma automática la velocidad del vehículo y el número, el peso y la separación de sus ejes. Los sistemas electrónicos instalados permiten contar y clasificar los vehículos. Funcionan durante 24 hrs. a lo largo de todo el año.
- Báscula de pesaje estáticas, son unidades portátiles en que el registro de la información se hace en forma manual.
- Plazas de peaje, tienen equipamiento electrónico que les permite contar y clasificar los vehículos en forma automática. Funcionan durante 24 hrs. a lo largo de todo el año.
- Censos de tránsito, se realizan en todo el país en forma simultánea, contando y clasificando los vehículos manualmente. Se ejecutan cada dos años, en puntos preestablecidos.
- Encuestas Origen y Destino, se realizan en todo el país, cada dos años, en forma simultánea, en puntos preestablecidos, mediante consulta di-

recta al transportista. Se aplica para obtener información acerca del tonelaje y tipo de carga, su origen y destino, y el tipo de vehículo.

- Equipos automáticos, portátiles para contar y clasificar vehículos, se instalan en puntos específicos, para estudios especiales, durante 3 a 5 días.

—Clima.

Se utiliza la información de la red de estaciones meteorológicas pertenecientes a diversos organismos del país. Además para cuantificar su efecto sobre el pavimento las universidades utilizan sensores de temperatura y medidores de radiación solar, registrando de forma continua ciclos diarios en cada zona de ensaye a lo largo del país en determinados puntos de la red pavimentada. Las medidas de temperatura, humedad y densidad se realizan a varias profundidades preestablecidas, con sondas nucleares y de resistencia.

—Pavimento.

Para determinar la calidad de los materiales se cuenta con los laboratorios de Vialidad, del IIdem y de la Universidad Católica.

Para estudiar el comportamiento de los materiales y del pavimento se adquieren:

- Una prensa computarizada MTS, con sistemas servohidráulicos para ensayos dinámicos.
- Sistemas de medida compuestos por captadores de deformación, termocuplas, sensores de humedad, densímetros nucleares, acondicionadores de señal y registradores electromagnéticos.
- Pirómetros infrarrojos.

—Auscultación.

El seguimiento de la evolución de los pavimentos contempla la determinación periódica de:

- el aspecto superficial,
- la resistencia al deslizamiento
- la irregularidad superficial y
- la respuesta estructural.

Estos parámetros se obtienen por medio de equipos especialmente diseñados para tal efecto, tales como el MU-METER, RUGOSIMETROS, MAYS-METER y NAASRA, PERFILOMETRO 690 DNC y DEFLECTOMETRO WDM.

-Banco de Datos.

Para el manejo de la información y la operación del sistema se emplean en la actualidad los computadores Texas Instruments de Vialidad, IBM 370 de la Universidad de Chile y VAX-11 Digital de la Universidad Católica de Chile.

6.-Costo del Programa.

El costo involucrado directamente en la implantación del Sistema de Gestión alcanza a US\$ 4 millones. Es financiado con préstamos del Banco Mundial y aportes nacionales e incluye la adquisición de equipos, junto con los repuestos y capacitación del personal que los opera e interpreta las medidas, y los recursos totales para la investigación que desarrollan las universidades y el costo de la Asesoría Externa. El desembolso se efectúa en cinco años, período a que se extiende el programa.

Es interesante mencionar que este costo equivale a una inversión de 80 US\$/km año en la red pavimentada.

En el Cuadro N° 2, se muestra un detalle de los costos mencionados.

CUADRO N° 2

	Miles de US\$
Equipamiento Laboratorios Regionales	597,48
Prensa Ensayes Dinámicos MTS	903,19
Equipos Auscultación: Deflectómetro	498,70
Perfilómetro	494,97
Mu Meter	53,59
Mays Meter	33,98
TOTAL EQUIPOS	2.581,91
Asesoría Externa	141,36
IDIEM, Pavimentos Hormigón	607,32
U. Católica, Pavimentos Asfálticos	647,16
TOTAL INVESTIGACION	1.395,84
TOTAL IMPLANTACION SISTEMA	3.977,75

7.-Descripción de Actividades.

En el desarrollo del Plan de Control y Seguimiento de Pavimentos las actividades que deben realizar la Universidad de Chile, la Universidad Católica y la Dirección de Vialidad, se pueden agrupar en los ocho campos de trabajo que se indican:

-**Inventario.** Identificación de las carreteras y caracterización del pavimento mediante su rol y código, geometría, estructura y saneamiento, calidad de construcción, y tránsito de proyecto.

-**Opciones de conservación.** Esta actividad contempla una enumeración y descripción de

las distintas opciones de conservación, su prescripción como así también la determinación de los umbrales de intervención.

-**Costos.** Determinación de los costos de construcción y de conservación con sus respectivos análisis de precios unitarios y procedimientos de actualización, y adecuación de un sistema de costos de operación.

-**Investigación.** Actividad que contempla la selección de zonas testigos, monografías, diseño de la instrumentación y validación de los procedimientos de medición, y auscultación localizada, con un sistema de adquisición de datos incluyendo el proceso y evaluación de resultados.

Considera, además, los ensayos en hormigón y asfalto para determinar las leyes de fatiga, módulos de elasticidad, y ensayos de complementación no considerados en los controles rutinarios, que ayuden a una mejor caracterización de los materiales.

-**Auscultación continua.** Mediciones de:

- Resistencia al deslizamiento.
- Irregularidad superficial.
- Respuesta estructural.

Para lo cual fue necesario en primera instancia seleccionar y adquirir los equipos adecuados, considerando el entrenamiento del personal.

-**Modelos.** Definición, formulación matemática y programas computacionales para los modelos de:

- Deterioro superficial.
- Deterioro estructural.
- Tránsito.
- Económico.
- Clima.

-**Soporte computacional.** Confección de los programas computacionales para:

- Estructuración del banco de datos, que consiste en el archivo y explotación de la información.
- Procesos de caracterización mediante funciones estadísticas.
- Procesos de evaluación mediante funciones analíticas.
- Integración de los resultados de la auscultación continua al banco de datos.
- Procesos de gestión, es decir, la priorización de las secciones a reparar, optimizando los trabajos a ejecutar.

-**Sistema de Gestión.** Contempla la adecuación del módulo HDM III, y la prueba del sistema y su implantación.

Capacitación y adiestramiento del personal de la Dirección de Vialidad

Ing. Civil Alberto Bull Simpfendorfer
Ing. Civil Antonio Luque Sánchez
Adm. Público Anita Vega Arias

1.—Introducción.

Los países en vías de desarrollo requieren de una infraestructura vial lo más eficiente y operativa posible para aspirar a un crecimiento económico y social sostenido. Dado que generalmente se presentan limitaciones de recursos, es fundamental poner énfasis en la conservación de los caminos existentes, a fin de lograr la vida de servicio programada. Hoy en día esta mentalidad conservacionista es compartida incluso por los países más desarrollados.

En este contexto, cabe hacer presente la importancia de contar con un adecuado y eficaz sistema de administración y ejecución de la conservación de la red vial. Herramienta fundamental para lograr este objetivo es capacitar y adiestrar al personal que desarrolla estas funciones, a fin de disponer oportunamente, en cantidad y calidad, de personal calificado en todos los niveles de nuestros Servicios.

Habiendo consenso de que uno de los factores de mayor importancia en la efectividad institucional es el modo de asignación y empleo de los recursos disponibles, se puede afirmar que los recursos humanos juegan un rol de fundamental gravitación. A diferencia de los demás recursos, los seres humanos son de gran plasticidad, siendo posible que su modo de actuar influya decididamente en el éxito o el fracaso de cualquiera institución.

Por otra parte, el personal tiene diversas motivaciones y, por ende, su eficiencia y rendimiento mejora en la medida en que vea la posibilidad de satisfacer sus propios objetivos y aspiraciones a través de su contribución al logro de las metas y fines del Servicio.

En consecuencia, el manejo de las instituciones, de hombres para los hombres, ha dado lugar a la atención sistemática e integral de todos los

elementos orgánicos y, en especial, del factor humano.

Dentro de este manejo integral, respecto a la vida de los funcionarios, se han desarrollado actividades especializadas o subsistemas técnicos de administración de personal tendientes a aumentar el grado de rendimiento, eficiencia y eficacia, a plena satisfacción, tanto de Vialidad como de sus propios colaboradores, producto de las permanentes exigencias de adecuación que le plantea el medio ambiente en que se desenvuelve su quehacer institucional.

Por tanto, a raíz de esto ha surgido la imperiosa necesidad de instaurar adecuados planes y programas de capacitación, adiestramiento y desarrollo del personal, acordes con las necesidades actuales y futuras de Vialidad en prosecución del logro de los objetivos y metas establecidas.

Hoy en día, son muchos los países que están desarrollando programas de capacitación, tanto en el área de conservación vial como en otras que están directa o indirectamente involucradas con el mantenimiento de carreteras, con significativos logros a corto y mediano plazo.

2.—Objetivos de la capacitación.

Los objetivos que se perseguirán mediante la capacitación han sido definidos para Vialidad en Chile en los siguientes términos:

- 2.1.—Aumentar el nivel de conocimientos, rendimiento y eficiencia del personal, a fin de lograr las metas y objetivos del Servicio.
- 2.2.—Preparar sistemática y paulatinamente al personal para adaptarse con mayor facilidad a las nuevas tecnologías y métodos de trabajo.
- 2.3.—Crear y mantener permanentemente la intercomunicación de conocimientos y experiencias entre todo el personal.

- 2.4.—Elevar la moral de trabajo del personal para alcanzar su pleno desarrollo como personas y una real integración a la institución a que pertenecen.
- 2.5.—Servir de incentivo para la carrera funcional del personal, al asegurarle una estabilidad y desarrollo laboral y jerárquico.

3.—Políticas.

Las políticas se han formulado procurando alcanzar los objetivos enunciados, que son los siguientes:

- La función de capacitación constituirá un proceso sistemático, permanente y continuo, orientado a calificar al personal para un eficiente desempeño ocupacional, anticipándose a los cambios tecnológicos y estructurales.
- La responsabilidad de la capacitación radicará en el propio Servicio, comprometiendo, por lo tanto, a todos los niveles de la estructura jerárquica de ella, a nivel nacional, regional o local.
- Los planes y programas de capacitación se basarán en la detección de los requerimientos reales, debidamente priorizados y proyectando los futuros cambios tecnológicos.
- La capacitación estará dirigida a todas las áreas del Servicio. La prioridad de atención de cada área estará definida por las políticas de desarrollo que emanen de la Dirección.
- Las actividades de capacitación se realizarán tanto centralizada como descentralizadamente, ya sea a nivel regional, local o de zona, dependiendo de su naturaleza y de la cantidad de trabajadores que presenten similares requerimientos, seleccionando la alternativa de menor costo a igual calidad.
- Los planes y programas de capacitación se ejecutarán con recursos internos y/o externos atendiendo a criterios de costo, calidad y disponibilidad de recursos. En casos debidamente calificados, se dispondrá de becas en el extranjero.
- Las actividades de capacitación deberán combinar adecuadamente la teoría y la práctica en cualquiera de sus formas: cursos, seminarios, etc., procurando poner mayor énfasis en la práctica.
- A toda actividad de capacitación deberá hacerse su correspondiente control, evaluación y seguimiento, a objeto de retroalimentar permanentemente el sistema.
- Todo funcionario que sea favorecido con beca de especialización en el extranjero, deberá comprometerse a permanecer en el Servicio durante un período mínimo de un año calendario.
- Los funcionarios favorecidos con cursos de capacitación externos, ya sea en el país o en el

extranjero, deberán comprometerse a difundir ampliamente los conocimientos adquiridos al personal del Servicio que sea necesario.

- Se deberá motivar, apoyar y proporcionar las condiciones necesarias para que los funcionarios capacitados pongan en práctica en sus correspondientes puestos de trabajo, los conocimientos, destrezas y habilidades adquiridos y desarrollados.

4.—Métodos de capacitación.

Dado que existen diversos métodos para capacitar, en la selección de ellos deben tenerse presente los objetivos que se persiguen, nivel de los funcionarios a capacitar, número de participantes, cantidad de conocimientos, habilidades y destrezas que se desean transmitir y desarrollar, costo que involucra, dispersión geográfica del personal, etc.

No existe un método que sea de por sí mejor que otro; por tanto, Vialidad ha combinado los métodos necesarios para lograr un perfecto equilibrio del sistema de capacitación.

4.1. Capacitación mediante cursos.

a) **Cursos internos:** Se imparten mediante instructores internos y relatores ad-hoc. Esta modalidad es apropiada cuando los conocimientos, habilidades y destrezas que se desean transmitir, corregir y/o desarrollar, son propias del Servicio y generalmente es difícil encontrar en los países instituciones de capacitación que puedan ofrecer estos conocimientos y experiencias.

b) **Cursos externos:** Se contratan con instituciones de capacitación existentes en el mercado nacional, pudiéndose tomar cursos ya existentes o diseñados al efecto, según sean los requerimientos de los Servicios.

Esta modalidad puede emplearse para impartir conocimientos, habilidades y destrezas especializadas y complejas, y que sea dable encontrar externamente.

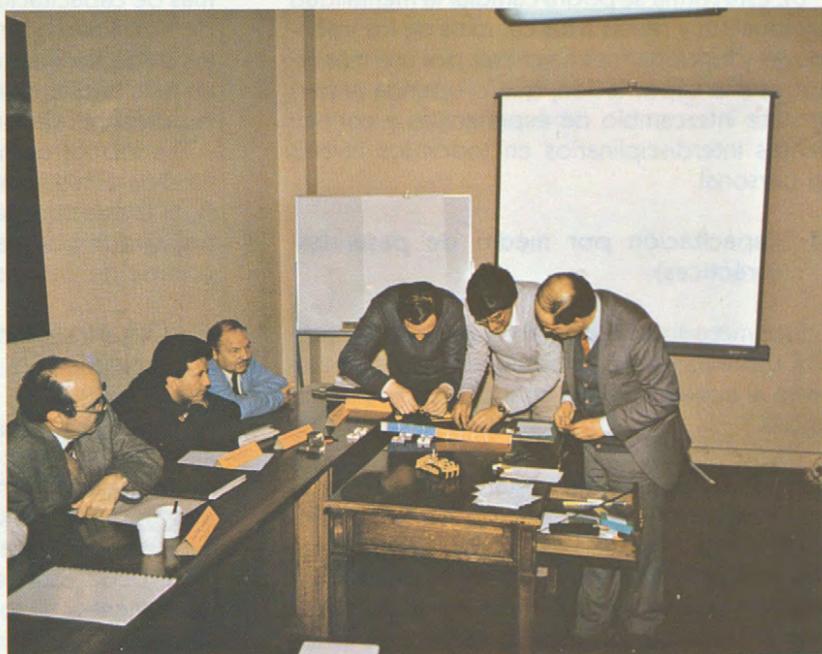
4.2. Instrucción en el puesto de trabajo.

Esta técnica está dirigida fundamentalmente a los supervisores de primera línea y a su correspondiente personal subordinado.

Consiste en explicar a los trabajadores cómo se desarrollan o ejecutan determinados trabajos, generalmente rutinarios, en su propio puesto de trabajo.

Sustancialmente, la instrucción en el puesto de trabajo se divide en cuatro etapas cronológicas, ellas son: preparación, instrucción, ejecución práctica del trabajo por parte de los trabajadores y control.

Curso de formación de instructores, simulación didáctica de montaje de un puesto modular tipo Bailey.



Este tipo de capacitación deben realizarla en forma permanente los supervisores de primera línea, por trabajar directamente con su personal en las faenas y porque los conocen mejor.

Sin embargo, cuando la acción de enseñanza va dirigida fundamentalmente a mejorar o cambiar hábitos de trabajo, es aconsejable que esta instrucción sea realizada por instructores internos especializados y experimentados en las áreas técnicas, previamente preparados desde el punto de vista pedagógico, dado que la capacitación la realizan en forma más objetiva e imparcial, sistemática y programada.

Este método es muy eficaz, puesto que si es elaborada e implementada en forma programada, constituye una notable ocasión para lograr paralelamente dos objetivos: por un lado se capacita masivamente al patrimonio humano de Vialidad en lo que realmente se requiere enseñar, y al mismo tiempo, las faenas y trabajos se realizan normalmente para cumplir las metas físicas establecidas.

4.3 Capacitación por la línea de mando.

Esta modalidad de capacitación puede realizarse mediante los dos canales de información existentes en todo servicio organizado: formal e informal.

a) Capacitación por medio del canal de información formal.

El canal formal de comunicaciones, que lleva verticalmente en forma descendente todas las

instrucciones para desarrollar los diversos trabajos, debe aprovecharse para impartir instrucción.

Existen además otras posibilidades de capacitación originadas en la línea de mando, tales como reuniones de trabajo, charlas, seminarios, etc., en los cuales más que entregar conocimientos puntuales, se debe provocar una recíproca atmósfera comunicativa, que se traduzca en un espíritu de enseñanza que continuamente fluya en todos los sentidos, tanto horizontal como vertical, descendente y ascendentemente, de manera que nadie se sienta imprescindible en el Servicio ni dueño absoluto de los conocimientos y experiencias adquiridos en él.

b) Capacitación por medio del canal de información informal.

Se ha comprobado que, por su masivo, heterogéneo e interdisciplinario personal que además se encuentra dispersado geográficamente, recibe gran importancia el canal informal de comunicaciones, puesto que generalmente a través de él fluye mucho más rápida y efectiva toda información.

En consecuencia, esta coyuntura debe ser aprovechada al máximo para crear y mantener un espíritu de enseñanza y aprendizaje recíproco entre todo el personal de todos los niveles del Servicio.

Se debe propender a estimular la reflexión sobre la propia experiencia y permitir que la experiencia de cada compañero de trabajo, sea jefe, colega o subordinado, pueda ser difundida:

De esta forma se podrá cambiar la mentalidad individualista y reacia a los cambios de los trabajadores y funcionarios en general, por una más receptiva a la capacitación, que propenda al permanente intercambio de experiencias y conocimientos interdisciplinarios en todos los niveles del personal.

4.4 Capacitación por medio de pasantías (prácticas).

Este método está dirigido al personal directivo y profesional y está orientado fundamentalmente al intercambio de conocimientos y experiencias.

a) **Pasantías internas.** Están destinadas a generar instancias de intercambio de conocimientos y experiencias técnico-operativas para los profesionales y directivos que se desempeñan en diversas regiones, cuyas características sean similar y presenten soluciones semejantes a los problemas de terreno.

Alternativamente, estas pasantías pueden incluir un tiempo de estadía en organismos técnicos nacionales de alto nivel de especialización.

b) **Pasantías en el exterior.** Consiste en estadías por medio de becas de duración variable para directivos y profesionales, en organismos homólogos de los Servicios de Caminos y/o en empresas con tecnología de punta en materia de conservación vial, con el fin de estudiar y verificar nuevas experiencias en la solución de problemas técnicos específicos.

4.5 Capacitación por medio de asistencia externa.

La contratación de asistencia técnica externa es un método recomendable para nuestros servicios, siempre que se contrate a auténticos especialistas y el Servicio tenga una actitud receptiva.

La ventaja de la asistencia técnica es que además de capacitar internamente al personal profesional en áreas técnicas complejas, supervisan directamente y colaboran en la elaboración, complementación y/o actualización de diversos manuales de procedimientos técnicos y estudios en general.

4.6 Nivelación educacional.

Considerando que el mayor porcentaje de nuestro patrimonio humano se concentra en el nivel de operarios que laboran en las faenas en terreno, y los cuales por su larga trayectoria en nuestros servicios carecen generalmente de un nivel de escolaridad adecuado, nuestros progra-

mas de capacitación deben incluir subprogramas de nivelación educacional dirigidos solamente a los trabajadores que realmente lo requieran por las funciones que realizan, como por ejemplo: los supervisores de primera línea.

La técnica de nivelación educacional más difundida actualmente es la Instrucción Programada a Distancia, que permite estudiar a cualquier trabajador, por más apartado que resida de los centros de educación.

5.—Organización del sistema de capacitación.

Para que la capacitación se desarrolle en forma permanente se requiere de una organización que mantenga las relaciones de línea, funcionales y de asesoría que se necesitan para la administración e implementación del sistema de capacitación. Debe establecerse una relación funcional permanente con todas las unidades organizativas del Servicio, tanto del nivel central como regional y local, dado el alto grado de dispersión territorial de la gestión de conservación de caminos.

La estructura organizativa de la capacitación debe abarcar tanto la gestión operativa como la asesora, a fin de sensibilizar y comprometer al máximo a todos los entes que componen la estructura de Vialidad, con la capacitación de nuestro patrimonio humano.

5.1. Función asesora o de staff.

Esta función de asesoría es responsabilidad de un cuerpo de directivos del más alto nivel del Servicio, de carácter permanente y debe estar integrado por las jefaturas de la línea que tienen injerencia en las áreas a ser capacitadas. Este cuerpo asesor debe ser presidido por uno de los directivos de más jerarquía del Servicio.

Su principal función es establecer los objetivos y políticas de capacitación del Servicio, acordes con sus metas, expectativas y permanente desarrollo institucional y, además, supervisar la adecuada puesta en marcha del sistema.

Como consecuencia de la gran descentralización regional de nuestros Servicios, debe establecerse un cuerpo asesor a nivel nacional y otro en cada región o distrito.

5.2. Función operativa.

Se requiere contar con carácter permanente de una unidad operativa que organice, administre, coordine, controle y evalúe el sistema de adiestramiento del Servicio en forma integral.

Establecer su dependencia o ubicación jerárquica dentro de la estructura del Servicio es un problema manifiesto.



Curso de formación de instructores.

Por una parte, la capacitación es una función del proceso administrativo del personal y por ende está íntimamente ligada al reclutamiento, selección, administración, calificación, promoción y desarrollo de los recursos humanos. Por otro lado, es conveniente, para su funcionamiento efectivo, que la Unidad de Capacitación dependa directamente de los niveles más altos, tales como la Dirección o Subdirección del Servicio, a objeto de proporcionarle capacidad de ejecución. En cada institución deberá adoptarse la determinación que resulte más eficaz.

La necesidad de crear en cada región o distrito una Unidad de Capacitación, Unidades Móviles especializadas o simplemente delegar la función de administración de la capacitación en un funcionario responsable, dependerá de las propias características e idiosincrasia de Vialidad en cada país.

6.—Control, evaluación y seguimiento de la capacitación.

6.1 Control.

El control permite mantener datos estadísticos acerca de la cantidad de cursos realizados y de funcionarios capacitados clasificados por estamentos, número de horas de clases realizadas, costo total y parcial de las actividades, etc., lo cual posibilita tener una visión amplia del estado de avance de los planes y programas de capacitación.

6.2 Evaluación.

La evaluación tiene como finalidad verificar los grados de cumplimiento de los objetivos del

programa de capacitación y detectar los puntos débiles y fuertes del proceso de adiestramiento.

Se debe evaluar tanto el programa en su conjunto, como cada una de las actividades de capacitación que lo conforman. Cabe hacer presente que la evaluación necesariamente compara y analiza la situación presente (post-curso) con respecto a la situación inicial (antes del curso).

En todo curso o programa de capacitación se encuentra presente un conjunto de factores, cuyo comportamiento es necesario evaluar con el propósito de incorporar oportunamente las modificaciones que sean necesarias.

Los factores más significativos al evaluar los cursos son los siguientes:

- Conductas de entrada (pre-requisitos y conocimientos del tema).
- Logro de los objetivos terminales de aprendizaje.
- Programa y organización del curso.
- Desempeño del relator.
- Apoyo a la acción docente, y
- Material didáctico, equipos y ayudas audiovisuales.

6.3 Seguimiento.

El seguimiento consiste en verificar en qué grado las personas instruidas practican y aplican los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos, facilitando los medios para la corrección o reforzamiento, cuando corresponda.

La responsabilidad del seguimiento radica necesariamente en el jefe directo del personal que participa de la capacitación, pues es la persona que mejor puede detectar los cambios generados por la capacitación.

El indicador más adecuado para el seguimiento es el cambio de actitud, factor que contiene tanto elementos subjetivos como objetivos, y debe orientarse a verificar cuantitativa y cualitativamente cambios en los siguientes aspectos:

- Cantidad y calidad del trabajo.
- Trato y duración de los equipos y herramientas.
- Reducción de desperdicios.
- Reducción de tiempos improductivos.
- Disminución de la supervisión directa.
- Disminución de costos.
- Coordinación en el trabajo.
- Disminución de índices de accidentabilidad.

En definitiva, el seguimiento complementa a la evaluación. Sin embargo, su importancia radica en que permite reforzar lo positivo y modificar los puntos débiles de la aplicación de la capacitación.

6.4 Retroalimentación.

Los resultados de la evaluación y el seguimiento se constituyen en la información básica para todo el proceso de capacitación. Ambos entregan antecedentes cualitativos y cuantitativos que se traducirán en indicadores que orientarán los ajustes de cada etapa del proceso a futuro.

Nuevos cursos y otros, cuyos resultados no lograron satisfacer los objetivos planteados, pasan a integrar, debidamente ajustados, el Programa de Capacitación del próximo período, reiniciándose el proceso desde su etapa inicial.

7. Financiamiento.

La permanente limitación de recursos económicos de Vialidad, obliga a racionalizarlos en todo el quehacer institucional.

Sin embargo, debe tenerse presente que la capacitación representa una inversión concreta que en definitiva se traduce en beneficios de diverso tipo, incluido el económico.

7.1 Presupuesto de los programas de capacitación.

En los presupuestos de los planes y programas de capacitación se distinguen costos por los siguientes ítem que se requieren para implementar el sistema:

- Costos de instrucción propiamente tal.
- Costos de pasajes y estadías de los alumnos participantes.
- Costos de la asistencia técnica.
- Costos de la administración de la capacitación y sueldos del personal abocado a ella.

- Costos de equipos y materiales instruccionales.
- Costos de habilitación de la infraestructura física.
- Costos de estudios, y
- Costos de reuniones de coordinación.

En todo caso los costos involucrados son modestos en proporción al gasto total de Vialidad.

El programa trienal de Capacitación de Vialidad en Chile, julio 1986-junio 1989, pretende capacitar a aproximadamente 2.000 funcionarios, lo que representa el 40% de la dotación total del personal.

A comienzos del programa trienal, en el segundo semestre de 1986, se capacitaron 217 funcionarios en los cursos que se indican en Cuadro N° 1.

En 1987 se capacitará a un total de 1.365 funcionarios/participantes, de los cuales 705 lo harán por medio de cursos internos y 660 externamente, según se detalla en los Programas de Capacitación Internos y Externos, respectivamente (ver Cuadros N° 2 y 3).

El costo total aproximado del programa trienal asciende a más de US\$ 2.000.000, y dado que la inversión anual es de US\$ 160 millones, la capacitación del 40% del personal representa un 0.4% de la inversión anual en obras de conservación y mejoramiento.

Con esta pequeña inversión en capacitación y desarrollo de los recursos humanos, se espera lograr un notable y sostenido aumento de la productividad y eficacia de la Dirección de Vialidad de Chile.

7.2 Fuentes de financiamiento.

Actualmente en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, los fondos para financiar los planes y programas de capacitación para Vialidad, provienen de préstamos de organismos bancarios internacionales para la conservación y mejoramiento de la infraestructura vial de nuestros países.

En Chile, la Dirección de Vialidad recientemente obtuvo un préstamo del Banco Mundial para realizar un Plan Integral de Conservación y Mejoramiento Vial, en el cual se inserta la componente de capacitación.

8.—Dificultades de la puesta en marcha de la capacitación.

La puesta en marcha de un programa de capacitación del personal se ve enfrentada a las siguientes dificultades:

- Débil apoyo de los niveles superiores a las funciones de capacitación.

Total personal capacitado, año 1986

C U R S O S	Fuente	DIRIGIDO A:	Nº Hrs.	Nº Cursos	S E D E S	TOTAL
Formación de Instructores Saneamiento y Conservación Manual	Externa	Instructores de capacitación	100	1	Santiago	16
	Interna*	Jefes inspectorías de conservación	30	9	Iquique, Valparaíso, Talca, Los Angeles, Concepción, Temuco, Valdivia, Osorno y Puerto Montt	94
Mantenición Preventiva y Técnicas de Lubricación	Interna*	Mecánicos y lubricadores	30	4	Antofagasta, Santiago, Temuco y Punta Arenas	42
Operación y Mantenición Preventiva Básica de Maquinaria Pesada (motoniveladoras)**	Interna*	Operadores de motoniveladoras	30	1	Talca	8
Tecnología de Montaje de Puentes de Emergencia	Interna*	Jefes cuadrillas de puentes	30	1	Santiago	10
Planificación y Supervisión de Montaje de Puentes de Emergencia	Interna*	Jefes Conservación Provinciales y jefes cuadrillas de puentes	24	1	Santiago	9
Inspección Técnica de Obras por Contrato	Intena*	Inspectores fiscales (PICMV)	30	2	Iquique y Concepción	38
Total personal capacitado 2º semestre año 1986:				19		217

* Cursos impartidos por Instructores y Relatores Internos realizados entre el 20 de octubre y el 19 de diciembre de 1986, inclusive.
** Curso Piloto.

Programa de capacitación interno, año 1987

CURSOS	DIRIGIDO A:	REGIONES														Total funciona a capac.	No Cursos
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	R.M.	NC		
SANEAMIENTO Y CONSERVACION MANUAL	Jefes Inspector. Conservación	1	—	7	7	1	9	11	—	27	7	6	4	10	—	90	10
LEGISLACION VIAL	Directores Regionales, Jefes Conservación Reg., Jefes Provinciales	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	—	39	2
TECNICAS DE BACHEO ASFALTICO	Jefes Cuadrillas de Bacheo	3	4	3	3	5	2	2	4	2	4	1	1	4	—	38	5
TECNICAS DE PROGRAMACION Y CONTROL PROGRAMAS Y DICORAD	Jefes de Inspectorías de Conservación	—	—	4	6	10	2	8	10	—	10	—	—	10	—	60	6
TECNICAS DE CONSERVACION VIAL	Jefes Conservación Regional y Jefes Provinciales	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	—	39	2
H.D.M. Y PLANIFICACION DE LA CONSERVACION	Directores Regionales, Jefes Cons. Reg., Jefes Provinciales	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	26	2
DETERMINACION DE COSTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCION	Encargado de Presupuestos Oficiales Regionales	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	30	2
REPARACION DE PUENTES MENORES Y ALCANTARILLAS Y CONSTRUCCION ALCANTARILLAS	Jefes de Cuadrillas de Puentes	—	—	—	1	2	2	4	5	3	5	2	2	2	—	28	3
TECNOLOGIA MONTAJE DE PUENTES DE EMERGENCIA (Planificación Supervisión y Montaje)	Jefe Cuad. Emerg. Jefe Conserv. Prov.	—	—	—	—	—	—	—	—	6	9	—	—	—	—	15	1
OPERACION Y MANTENCIÓN PREVENTIVA BÁSICA MAQUINARIA PESADA (Motoniveladoras)	Operadores de Motoniveladoras	6	7	5	9	12	10	10	15	14	10	—	—	9	—	107	20
MANTENCIÓN PREVENTIVA Y TÉCNICAS DE LUBRICACIÓN	Mecánicos y Lubricadores	—	—	—	—	—	—	7	—	—	9	—	—	—	—	16	2
DETECCION FALLAS MECANICAS Y ELECTRICAS	Jefes de Talleres	3	2	2	1	2	2	3	2	3	5	5	3	5	2	40	4
MANTENCIÓN MECANICA DIESEL	Mecánicos de Motores Diesel	1	1	2	1	2	3	3	2	3	5	4	2	5	2	36	4
MANTENCIÓN MECANICA MOTORES A GASOLINA	Mecánicos de Motores a Gasolina	2	1	2	1	2	3	3	2	3	4	4	2	5	2	36	4
REGLAMENTO DE CONTRATOS PARA OO.PP.	Inspectores Fiscales de Obras Viales (PICMV)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	40	2
INSPECCION TECNICA DE OBRAS POR CONTRATO	Inspectores Fiscales de Obras Viales (PICMV)	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	5	5	—	—	20	1
FORMULACION Y EVALUACION PROYECTOS DE INVERSION Y SEBI	Jefes de Estudios Regionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	15	1
DISEÑO GEOMETRICO DE CAMINOS	Profesionales de la U. de Estudios Reg.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	15	1
LABORATORISTA VIAL	Laborat. Vial e Inspec. Fiscales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	15	1
TOTALES		32	31	41	45	52	49	67	56	82	89	43	35	66	17	705	73

Programa de capacitación externo, año 1987

CURSOS	DIRIGIDO A:	Nº de horas por curso	Nº cursos	Total alumnos
SUPERVISION AVANZADA	Direc. Regionales - Jefes Provinciales - Jefes Conservación Regional	40	3	60
TECNICAS DE REDACCION DE INFORMES	Profesionales en general	20	2	40
TOMA DE DECISIONES	Jefes Depto. N.C., D. Reg., Jefes Provinciales	20	2	40
TECNICAS DE PLANIFICACION Y CONTROL DE PROGRAMAS	Jefes Conservación Regional y Profesionales N.C.	30	1	20
TECNICAS DE ADMINIST. Y CONTROL FINANCIERO	Personal encargado control presupuesto	20	1	15
CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE MANTENIMIENTO	Jefe Taller, Personal de Taller e Instructor Interno	30	1	3
ADMINISTRACION DE LA MANTENCIÓN Y TALLERES	Jefes de Maquinarias	20	1	15
GESTION DE ABASTECIMIENTO	Enc. de Adquisiciones N.C., Regional y Provincial	24	2	30
TECNICAS DE ADMINIST. BODEGA Y MATERIALES	Bodegueros N. Central, Regional y Provincial	20	4	60
OPERACION DE GRUAS	Operadores de Grúas	30	1	2
OPERACION Y CONSERVACION DESMALEZADORAS MOTORIZADAS Y MOTOSIERRAS	Personal de Inspectoría de Conservación y/o cuadrillas de puentes	20	8	120
ADMINISTRACION DE LA CAPACITACION	Jefe Unidad de Capacitación, Coordinador Nacional y Coordinadores Regionales de Capacitación	60	1	15
FONOAUDIOLOGIA	Instructores y Relatores de Capacitación	36	1	15
TECNICAS DE ARCHIVO	Secretarias y Personal Administrativo	30	2	30
REDACCION Y ORTOGRAFIA	Secretarias y Personal Administrativo	20	2	30
DACTILOGRAFIA	Secretarias y Personal Administrativo	32	4	60
RELACIONES HUMANAS	Personal en general	20	3	45
ACTIVIDADES EXTRAPROGRAMATICAS				
CURSOS, SEMINARIOS, CHARLAS, CONGRESOS, ETC.	Profesionales Nivel Central, Regional y Provincial	20	12	60
T O T A L			51	660

- Falta de definición de políticas de capacitación.
- Falta de personal, tanto en cantidad como en calidad, para conformar una unidad encargada de la capacitación.
- Resistencia al cambio por parte del personal.
- Avanzada edad de un gran porcentaje de los trabajadores del nivel operativo.
- Limitación de instalaciones y de recursos físicos y financieros.
- Débil difusión de parte de las jefaturas de las actividades de capacitación entre el personal.

En consecuencia, es responsabilidad de los directivos y jefaturas procurar subsanar paulatinamente todos estos obstáculos que tiendan a frenar la puesta en marcha de la capacitación.

9.-Conclusiones.

Debe tomarse conciencia que la capacitación no es una función aislada del contexto del trabajo de Vialidad. Por el contrario, teniendo en cuenta que los países requieren mantener permanentemente operativa su infraestructura vial, para

procurar un desarrollo económico y social sostenido, se concluye que la capacitación del personal juega un rol preponderante, puesto que está íntimamente ligada a los cambios en las estructuras organizativas, la incorporación de nuevas tecnologías, el perfeccionamiento de los métodos de trabajo, la simplificación de procedimientos y, en general, a toda acción dirigida al mejoramiento planificado de nuestros Servicios.

Además, por el análisis de los esfuerzos desplegados en Vialidad de algunos países, se puede afirmar fehacientemente que la inversión en la capacitación de personal es rentable, considerando los significativos beneficios que reporta en el logro de los objetivos, metas, expectativas y desarrollo institucional de los servicios.

En consecuencia, es necesario aumentar considerablemente los esfuerzos que se vienen haciendo en capacitación, mediante la adopción de políticas más claras y precisas, el aumento de la cobertura de los programas, el fortalecimiento de las unidades de capacitación, la asignación de mayores recursos financieros y el mejoramiento de la coordinación y la comunicación, tanto a nivel interno de cada país como entre otros países.



Panorámica de la Carretera Longitudinal Sur, sector Loncoche.

Defensas fluviales de vías y puentes

Víctor Turpaud Villegas
Ingeniero Civil

1.—Introducción.

El diseño de las obras de defensa y regularización fluvial es una materia especializada que constituye una aplicación práctica de la hidráulica y mecánica fluvial. Para su desarrollo se debe contar con el apoyo de toda la información básica necesaria en materia de hidrología, cartografía y mecánica de suelos, además los datos propios de las estructuras y obras a defender y protecciones existentes. La información correspondiente a éstas no sólo debe referirse a sus diseños en planos, sino también a otros elementos de juicio que permitan elaborar la factibilidad de las obras de protección propuestas, e incluso también contribuyan a definir las. Dicha información se refiere particularmente a su valor y costos de reposición, importancia de la vía servida y costo de su interrupción, estimación de su vida útil restante por deterioro físico actual u obsolescencia, etc.

No obstante, por la complejidad de los fenómenos fluviales, la concepción general de las obras de defensa y regularización debe basarse, además, en el buen juicio y criterio personal de quienes abordan la realización de los diseños. En ciertos casos, por la importancia de las obras a proteger o la magnitud de las sumas previstas a invertir en obras de protección, se justifica su estudio en modelos físicos a escala reducida o en modelos matemáticos.

2.—Objetivos.

Las condiciones propias de los cursos naturales de agua son generalmente alteradas en los puntos de cruce con las vías, o cuando transcurren en forma próxima y paralela a ellas, originándose estrechamientos, cambios de dirección o limitaciones en la zona de expansión del escurrimiento con ocasión de las grandes avenidas. Se crea así una acción del flujo sobre las obras viales que puede llegar a afectar a sus estructuras, tales como puentes y sus obras de acceso, alcantarillas e incluso a las mismas vías al poner en peligro la

estabilidad de los terraplenes o entorpeciendo el tránsito por inundación de la calzada.

Las obras de defensa y regularización fluvial para la protección del sistema vial básico tienen uno o más de los siguientes objetivos:

Para las obras de defensa:

- 2.1.—Protección directa de las estructuras viales existentes, ante la acción de socavación de fondo, que puede ser generalizada en el lecho, o en puntos singulares de él.
- 2.2.—Protección directa de la vía o terraplenes de acceso a puentes o alcantarillas, ante la acción del escurrimiento que origina socavación, erosión o inundación por altura de agua.
- 2.3.—Rigidización de las riberas en los puntos o sectores del cauce, donde sea necesario para la protección indirecta de las obras viales amenazadas por la acción fluvial.
- 2.4.—Rigidización del lecho con objeto de lograr el control de la socavación generalizada de fondo y consiguiente protección indirecta de las obras viales fundadas en él.

Para las obras de regularización.

- 2.5.—Protección indirecta de las obras viales existentes por corrección del flujo mediante la disposición de obras de transición hidráulica de entrada y/o salida a las secciones de puentes y alcantarillas. Con ello debe lograrse:

- Controlar la dirección general del flujo, acorde con la disposición de las cepas y estribos.
- Mejorar las condiciones de estabilidad del escurrimiento.
- Aminorar las turbulencias.
- Mejorar la distribución de velocidades y caudal, evitando concentraciones exageradas de éste en sectores limitados de la sección.

Se comprende, pues, que las obras de regularización se proyectan hacia la acción sobre el es-

currimiento, es decir, hacia la minimización de la sollicitación hidráulica sobre las obras a proteger; mientras que las defensas, tal como su nombre lo indica, cumplen la función de proteger en forma directa las obras expuestas, o también indirectamente mediante el control de erosión de las riberas o del fondo del cauce.

3.—Consideraciones generales de diseño.

3.1.—Estimación de caudales máximos.

De acuerdo a la información básica disponible en cada caso, estos caudales deben estimarse según los métodos directos o indirectos habituales de la hidrología, o métodos particulares desarrollados para su aplicación en nuestro medio.

Cuando no se posee información suficiente o confiable, los valores adoptados para la definición de los caudales máximos deben basarse en los elementos de juicio obtenidos de una contrastación y complementación de resultados de los diferentes métodos hidrológicos aplicados para el análisis de crecidas. Este estudio debe poseer la extensión y alcance acordes con la importancia de la obra. Entre las metodologías de análisis existentes, pueden emplearse las descritas en el Manual de Carreteras, volumen 3, capítulo de Hidrología y Drenaje, u otras tales como las basadas en la maximización de factores hidrometeorológicos, análisis regionales, etc.

Cuando se carece de estadística fluviométrica adecuada, en extensión o calidad, y si se posee dicha información de hoyas vecinas de características fisiográficas y meteorológicas homogéneas, es de especial interés la aplicación del método de análisis regional de crecientes basadas en las series anuales de caudales excedentes de hoyas regionales, previo estudio de homogeneidad de los registros empleados.

El resultado del estudio hidrológico es una estimación de los caudales de crecidas para diferentes períodos de recurrencia del evento correspondiente o, eventualmente, una estimación del caudal máximo probable si ello es requerido.

3.2.—Caudales de diseño. Criterios de definición.

Se determinan de acuerdo al período de diseño de las obras nuevas a proteger o su vida útil restante prevista y a los factores de riesgo asignados, según la importancia de la obra, para su daño parcial o colapso total de probable ocurrencia durante dicho período.

3.2.1. Vida útil.

En obras existentes, a menudo se desconoce el período de diseño con que fueron proyecta-

das. En ese caso, a modo de referencia, puede proponerse el siguiente cuadro:

T A B L A N° 1

Vida útil estimada de obras nuevas

Obra	Vida útil
Puentes sobre ríos y esteros	50 años
Alcantarillas para cruce de esteros o drenaje superficial directo	25 años
Pavimentos de concreto	20 años
Pavimentos de asfalto	10 años

En relación a la vida útil de las obras a defender, debe entenderse que los valores asignados anteriormente a puentes, alcantarillas y pavimentos, corresponden a obras nuevas. No obstante, el cálculo del período de recurrencia del evento hidrológico debe considerar la **vida útil restante** de la obra a proteger, a partir del momento de ejecución de la obra de protección. Para ello el proyectista deberá estimar dicha vida tomando en consideración todos los elementos de juicio disponibles, tales como el estado general de la estructura, sus dimensiones y capacidades de carga comparadas con las requeridas por las exigencias de tránsito actual y futuro, capacidad hidráulica insuficiente, políticas viales de largo plazo, programas de obras alternativas, etc.

3.2.2. Factor de "riesgo".

Llamando este factor "r" a la probabilidad de excedencia del evento considerado en la vida útil de la obra a proteger, se tiene:

$$r = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n$$

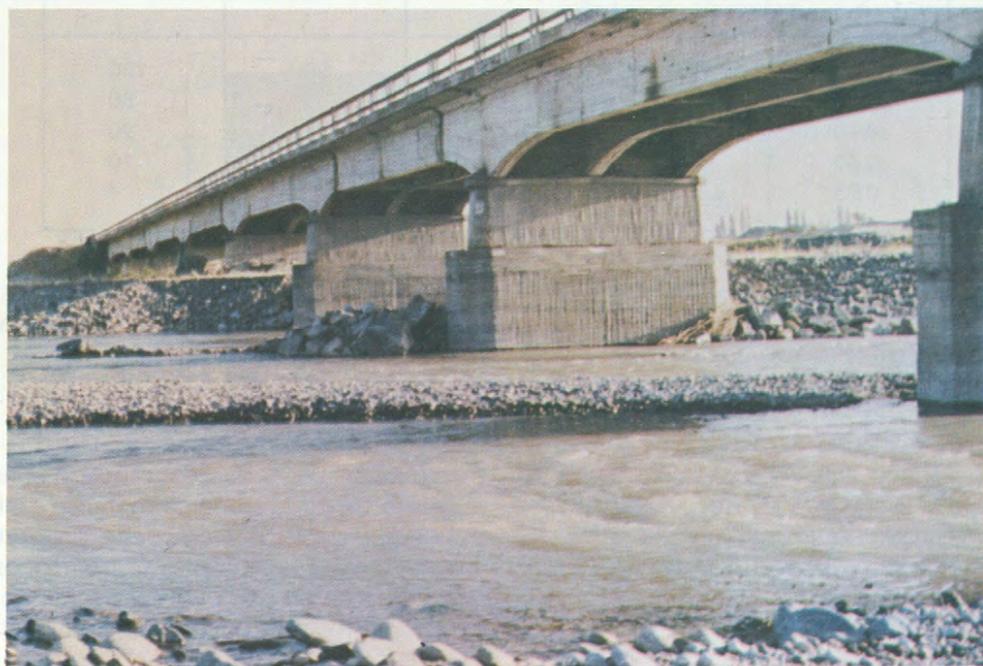
donde T_r = Período de recurrencia del evento hidrológico (años).

n = Período de diseño o vida útil de la obra (años).

El factor de riesgo adoptado debe estimar las proyecciones globales que involucra una eventual falla, tales como el valor de la obra protegida, costos de reparación o reconstrucción, costo económico, social o de cualquier otra índole que significa la interrupción, en un lapso determinado, del servicio prestado por la obra a proteger, etc. Desde este punto de vista es conveniente en algunos casos considerar separadamente los ele-



Defensas fluviales de Puente Máfil.



Socavación generalizada del lecho en el río Teno, que expone la seguridad de las cepas. Año 1982.

mentos que se protegen en una obra, adoptando para cada uno de ellos un factor de riesgo propio.

Así, por ejemplo, en un mismo puente se pueden adoptar valores de "r" diferentes para la eventualidad de ocurrir la socavación límite en las

cepas o que el nivel máximo de aguas alcance a las vigas, pues las consecuencias originadas por ambos fenómenos son muy diferentes.

No obstante, a modo ilustrativo, puede proponerse un criterio como el expresado en la tabla siguiente:

T A B L A N° 2

Proposición de factores de riesgo a adoptar.

Elemento de obra y acción hidráulica	Factor de riesgo r
Socavación de fundaciones de pilas y estribos en puentes de ríos principales	0.10
Socavación de fundaciones de pilas y estribos en puentes de ríos secundarios y esteros	0.20
Socavación de alcantarillas $D \geq 1.5$ m	0.40
Socavación de alcantarillas $D < 1.5$ m	0.60
Socavación de terraplenes de acceso y de base de vías	0.60
Inundación de corta duración con daño de calzada	0.60
Inundación de corta duración sin daño de calzada	0.95

Según lo anterior, se puede elaborar la siguiente tabla de los períodos de recurrencia.

T A B L A N° 3

Períodos de recurrencia de crecidas para diferentes vidas útiles de las obras (n) y factores de riesgo adoptados (r)
(Valores aproximados)

$r \backslash n$	50	25	20	10
0.10	500	250	200	100
0.20	250	100	90	50
0.40	100	50	40	20
0.60	50	30	20	10
0.95	20	10	7	4

Si una obra de defensa o regularización cumple propósitos múltiples, el período de recurrencia adoptado para la crecida de diseño será el mayor de los calculados para cada caso según los criterios mencionados.

Finalmente, ese período de recurrencia permitirá determinar la magnitud del caudal de diseño, derivado de la estimación de frecuencias de los caudales máximos.

3.3.—Hidráulica fluvial.

Una vez deducido el caudal de diseño, se debe proceder al cálculo de los parámetros hidráulicos del escurrimiento, de relevancia para el análisis

de las condiciones existentes y de las condiciones modificadas luego de planteadas las posibles alternativas de solución.

3.3.1. Información básica.

El análisis hidráulico requiere fundamentalmente de información cartográfica e información hidrológica. La primera debe proporcionar los necesarios levantamientos topográficos que permiten definir la morfología y pendiente del cauce en el sector de interés. La segunda, como se dijo anteriormente, entrega el caudal hidráulico adoptado para el diseño. También en algunos casos será necesario poseer información granulo-

métrica del material del lecho, particularmente cuando se estudia su estabilidad sedimentológica y los procesos de socavación generalizada (degradación) o en puntos singulares del cauce.

3.3.2. Análisis hidráulico fluvial.

En general, todos los cauces naturales de drenaje constituyen canalizaciones irregulares tanto en lo que se refiere a su morfología como a la rugosidad de sus paredes y, aún más, estas características son variables con el tiempo en la mayoría de los cauces de nuestro medio, por las características aluviales de su lecho.

Es así como en estos cauces, llamados de "contorno móvil", se generan ondas móviles y de forma variable en el material de fondo, que modifican sustancialmente su rugosidad y, por tanto, las características hidráulicas del escurrimiento.

La complejidad de estos fenómenos, que se verifican a macro escala y micro escala en los cauces, obliga a adoptar simplificaciones teóricas a objeto de poder abordar las relaciones hidráulicas requeridas. Particularmente, estas simplificaciones pueden consistir en considerar:

- Aspereza de paredes uniforme.
- Canalización no prismática de contorno fijo.
- Canalización prismática de contorno fijo.

El análisis hidráulico tiene como objeto lograr una estimación de los parámetros hidráulicos más significativos para el diseño, particularmente:

- Velocidades de escurrimiento.
- Curvas de descarga en una sección determinada.

- Ejes hidráulicos en un tramo determinado.
- Niveles locales de agua.
- Solicitaciones hidráulicas, fuerzas tractivas, etc.

3.4.-Mecánica fluvial.

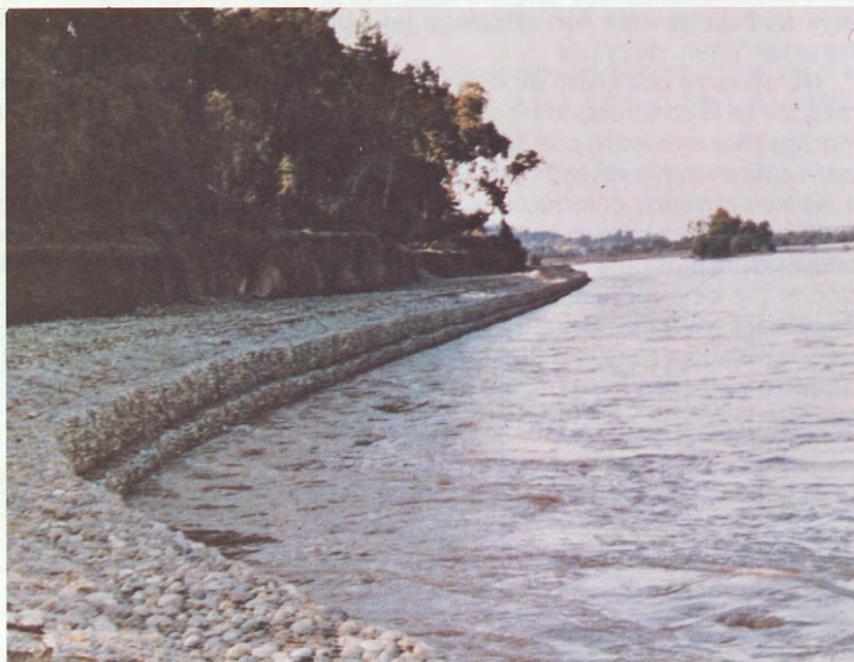
Tanto la disposición de estructuras como la ejecución de cualquier obra de defensa dentro de un cauce de contorno móvil, pueden crear las condiciones para que se originen embancamientos, degradaciones generales del cauce o socavaciones en puntos singulares de él. Ello ocurre generalmente en las cepas y estribos de puentes o en las propias estructuras de defensa previstas a construir.

Los fenómenos mencionados están directamente asociados con los que rigen el transporte de los sedimentos y la tendencia natural a restablecer el equilibrio aporte-transporte ante cualquier acción modificatoria de las condiciones preexistentes en los cauces.

Si se considera que los cauces en su estado natural se encuentran en equilibrio, al menos en el tiempo histórico, estas acciones que lo modifican resultan generalmente de origen antrópico. Así, con frecuencia los problemas derivan de la acción del hombre sobre parte o la totalidad de la hoya tributaria de un cauce o en la disposición de obras en el lecho.

Existen numerosas metodologías para abordar los fenómenos de aportes de sedimentos de una hoya⁽¹⁾, capacidad de transporte sólido de los cauces⁽²⁾, condiciones de equilibrio sedimen-

- (1) Ecuación universal de pérdida de suelo.
- (2) Meyer-Peter y Müller, Einstein, Blench, Colby, Toffaletti, Einstein modificado, etc.



Revestimiento de ribera con gaviones en río Ñuble, Confluencia, VIII Región.

tológico⁽³⁾ y estimaciones de socavación en puntos singulares como curvas, obstáculos y estrechamientos en el cauce⁽⁴⁾.

La predicción y estimación cuantitativa de los fenómenos descritos permiten realizar el diagnóstico de situaciones presentes como la previsión de las futuras condiciones del cauce modificado por las obras a construir.

3.5.—Diseño.

Los diseños de las obras de defensa y regularización, además de los aspectos netamente económico-técnicos, a menudo también deben considerar otros de índole social, estratégicos, urbanísticos, rapidez de ejecución requerida, estéticos, sanitarios, etc.

Es así como las actuales políticas del Ministerio de Obras Públicas y de las Municipalidades propenden a la ejecución de obras que signifiquen absorción de mano de obra cesante.

En las obras de defensas fluviales, la necesidad de ejecutar las obras dentro de un plazo limitado, con frecuencia también definen los diseños.

3.5.1. Materiales.

Pueden emplearse en estas obras una amplia gama de materiales que cumplan con el requisito de no ser arrastrados por el escurrimiento, ya sea en unidades individuales o conformando estructuras, y posean una durabilidad aceptable. En nuestro medio, las obras abordadas por el sector público emplean mayormente los materiales de roca y gaviones de malla metálica rellenos con piedras del lecho. La aplicación de estos últimos se ha extendido recientemente, aunque en años pasados también se lo empleó con cierta profusión. En obras de menor importancia, los particulares tradicionalmente han ejecutado las obras llamadas "patas de cabra".

No obstante que el uso de los gaviones y enrocados en la construcción de defensas data de muchos años en nuestro país, sólo últimamente se están aplicando nuevas tecnologías en lo relativo a algunos aspectos constructivos.

Es así como en los nuevos gaviones se han dispuesto elementos para la prevención de socavación al pie de la estructura. También las mallas empleadas actualmente se fabrican con diámetros de alambres, trenzado de las mallas, material de acero y protecciones contra la corrosión, diferentes a las empleadas antaño.

Con respecto a las obras de enrocado, también se han modificado algunas exigencias técnicas relativas a la calidad y peso de los elementos de roca, talud de las estructuras, profundidad de fundación y filtros a disponerse entre ellas y el material del respaldo.

3.5.2. Obras típicas.

Dependiendo del problema específico presentado en el terreno y su diagnóstico, pueden presentarse diversas alternativas de solución proyectadas hacia la corrección del escurrimiento o a la protección de las riberas, fondo del lecho o estructuras existentes, ante la socavación localizada.

Según la disposición de las protecciones, éstas pueden llamarse:

- Revestimiento de riberas o terraplenes.
- Riberas artificiales conformadas y revestidas.
- Espigones transversales u oblicuos al eje del cauce:

- Sumergidos o no superables por el nivel máximo de agua.
- Macizos (de enrocados o gaviones) o revestidos.

—Muros deflectores y muros guías:

- Barreras transversales de fondo.

—Protecciones especiales de estructuras.

En general, todas estas obras pueden abordarse con diferentes materiales de construcción, aunque cada uno de ellos requiere de un tratamiento propio en lo relativo a su diseño geométrico. En algunas obras es técnicamente necesario, o resulta económicamente conveniente, el empleo de más de un material en una misma estructura de protección.

En suma, una concepción general adecuada de las obras fluviales, previstas para dar solución a una determinada situación, debe basarse en un diagnóstico acertado de ella. Si se considera el generalmente alto costo de esas obras, ellas justifican plenamente la inversión que demandan los estudios básicos de diagnóstico y los proyectos de obras definidos por criterios técnico-económicos.

(3) "Teoría del Régimen".

(4) Laursen y Toch; Brenssers, Nicollet y Shen; Yain y Fisher; Hincu; Lischvan-Levediev; etc.

Programa global de infraestructura urbana

Subprograma de vialidad urbana

Préstamo N° 115/IC-CH BID - CORFO II

Hernán Domínguez Lira
Ingeniero Civil

El Programa Global de Infraestructura Urbana tiene por objetivo fortalecer la infraestructura urbana de Chile mediante la construcción de obras civiles y servicios en sectores prioritarios. Este consta de tres subprogramas de obras múltiples, independientes entre sí:

- Subprograma A, de Vialidad Urbana.
- Subprograma B, de Agua Potable y Alcantarillado para ciudades intermedias.
- Subprograma C, de lotes de servicios para poblaciones urbanas.

El Subprograma A, de Vialidad Urbana, incluye proyectos para mejoramientos de avenidas, calles, cruces y otras obras civiles que son parte de la infraestructura de transporte automotriz de las principales ciudades de Chile. La finalidad de los proyectos es aumentar la capacidad de transporte vehicular, aliviar la congestión de tránsito y mejorar las condiciones del medio ambiente. Al mismo tiempo trae consigo numerosos beneficios para los habitantes de las ciuda-

des en que se localizan los proyectos, como por ejemplo, ocupación de mano de obra disponible, dar movimiento productivo a las industrias y producir mejores rentabilidades como consecuencia de un desplazamiento expedito y rápido de los vehículos, evitando congestiones, con las disminuciones consiguientes de la contaminación acústica y ambiental.

El programa tiene un plazo total de 5 años para su ejecución, contados desde la firma del crédito, el 12 de mayo de 1983, y consulta la iniciación de doce proyectos, que constituyen una muestra representativa, antes de 42 meses contados desde la fecha señalada, siete de los cuales corresponden al Ministerio de Obras Públicas y los otros cinco al Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. El resto de los proyectos deberán iniciar su ejecución antes de 48 meses, contados desde la misma fecha.

El financiamiento del Subprograma de Vialidad Urbana se indica en el cuadro siguiente:

Subprograma A.-Costo y Financiamiento
(equivalente en miles de US\$)

	Préstamo 115/IC-CH	Aporte Local	Total	%
1.0 Administración e Ingeniería	—	<u>7.409</u>	<u>7.409</u>	<u>8,4</u>
2.0 Costos Directos de Construc.	<u>25.715</u>	<u>32.497</u>	<u>58.212</u>	<u>66,0</u>
2.1 Obras Subprog. Básico	<u>21.261</u>	<u>23.235</u>	<u>44.496</u>	<u>50,4</u>
2.2 Obras de emergencia	<u>4.454</u>	<u>9.262</u>	<u>13.716</u>	<u>15,6</u>
3.0 Costos concurrentes	—	<u>10.584</u>	<u>10.584</u>	<u>12,0</u>
4.0 Gastos financieros	<u>5.155</u>	<u>6.840</u>	<u>11.995</u>	<u>13,6</u>
TOTALES	30.870	57.330	88.200	100,0
Porcentajes	35,0	65,0	100,0	

La elección, inclusión y priorización de los proyectos que integran el Subprograma lo ejecuta la Comisión Interministerial de Transporte Urbano, donde participan los Ministros de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Hacienda, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Transportes y Telecomunicaciones, Ministro Director de ODEPLAN y el señor Intendente de la Región Metropolitana, conjuntamente con el Alcalde de la Comuna de Santiago, debiendo cumplir con las siguientes condiciones:

- a) tener una rentabilidad económica mínima del 12% establecida, con una metodología de evaluación esencialmente similar a la de la Comisión de Transporte Urbano y
- b) ser proyecto de Vialidad Urbana y ejecutarse en ciudades medianas y grandes con una población mayor de 50.000 habitantes.

Para desarrollar el Subprograma se ha convenido delegar en el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo parte del mismo, de tal forma que el MOP ejecutará en Santiago todas las obras correspondientes al Anillo de Circunvalación Américo Vespucio, al eje Norte Sur - Ochagavía y una serie de obras regionales que más adelante se señalan.

A fin de dar cumplimiento a este programa, se ha constituido en la Subdirección de Vialidad Urbana la Unidad Ejecutora del mismo, y se ha preparado un programa que consulta la licitación y construcción de las obras, las que se pueden resumir así:

1.—Américo Vespucio: Nuncio Laghi - Irrazaval.

Proyecto ya ejecutado que comprendió la construcción de la 2ª calzada en el sector.
Plazo de ejecución: 120 días (24.02.84 al 23.06.84).
Monto actualizado: \$ 35.108.318.

2.—Intersección Ochagavía - Salesianos.

Proyecto ya ejecutado que comprendió la desnivelación de Ochagavía por bajo Salesianos y la solución de la intersección a nivel de esta última con las calles de servicio.

Plazo de ejecución: 410 días (09.08.84 al 23.09.85).

Monto actualizado: \$ 329.300.057.

3.—Intersección Ochagavía - Departamental.

Proyecto ya ejecutado que comprendió la desnivelación de Ochagavía por bajo Departamental y la solución de la intersección a nivel de esta última, con las calles de servicio.

Plazo de ejecución: 410 días (09.08.84 al 23.09.85).

Monto actualizado: \$ 329.300.057.

4.—Acceso Puerto de San Antonio.

Proyecto ya ejecutado que consistió en un nuevo acceso desde la Ruta 78, partiendo desde el cruce Aguas Buenas hasta la zona portuaria de San Antonio.

Plazo de ejecución: 465 días (19.12.84 al 29.03.86).

Monto actualizado: \$ 647.036.774.

5.—Américo Vespucio: Bilbao - Nuncio Laghi (I Etapa).

Proyecto ya ejecutado que comprendió la construcción de la 2ª calzada de Américo Vespucio en sólo una parte del sector.

Plazo de ejecución: 396 días (07.03.85 al 07.04.86).

Monto actualizado: \$ 291.463.288.

6.—Américo Vespucio: El Salto - Recoleta.

Proyecto ya ejecutado que comprendió la pavimentación de una calzada entre el Salto y Recoleta y construcción a nivel de la intersección de Recoleta con Vespucio.

Plazo de ejecución: 332 días (02.04.85 al 27.02.86).

Monto actualizado: \$ 317.811.657.

7.—Américo Vespucio: Panamericana Norte - Pudahuel.

Proyecto ya ejecutado que consistió en la repavimentación de la totalidad del tramo y en el mejoramiento de sus principales intersecciones.

Plazo de ejecución: 547 días (02.04.85 al 30.09.86).

Monto actualizado: 415.073.707.

8.—Intersección Avda. Norte Sur - Balmaceda.

Proyecto en ejecución que consiste en desnivelar tanto el ferrocarril como la Avda. Balmaceda por sobre la Norte Sur, la cual se mantiene a nivel, mejorando al mismo tiempo tanto la capacidad como la geometría de los principales enlaces.

Plazo de ejecución: 660 días (01.04.86 al 20.01.88).

Monto actualizado: \$ 1.359.565.238.

9.—Autopista Concepción - Talcahuano.

Proyecto en ejecución que consiste en la construcción de la segunda calzada de la Autopista y en el mejoramiento de las principales intersecciones (Carriel Sur, Las Golondrinas, Puente Perales).

Plazo de ejecución: 570 días (05.12.85 al 28.06.87).

Monto actualizado: \$ 1.474.931.964.

10.—Proyecto acceso Puerto San Vicente.

Proyecto en ejecución que consiste en dejar un acceso expedito al Puerto a través de la Avda. O'Higgins, Las Golondrinas, Las Industrias, y Avda. Chile.

Plazo de ejecución: 570 días (05.12.85 al 28.06.87).

Monto actualizado: \$ 573.584.652.

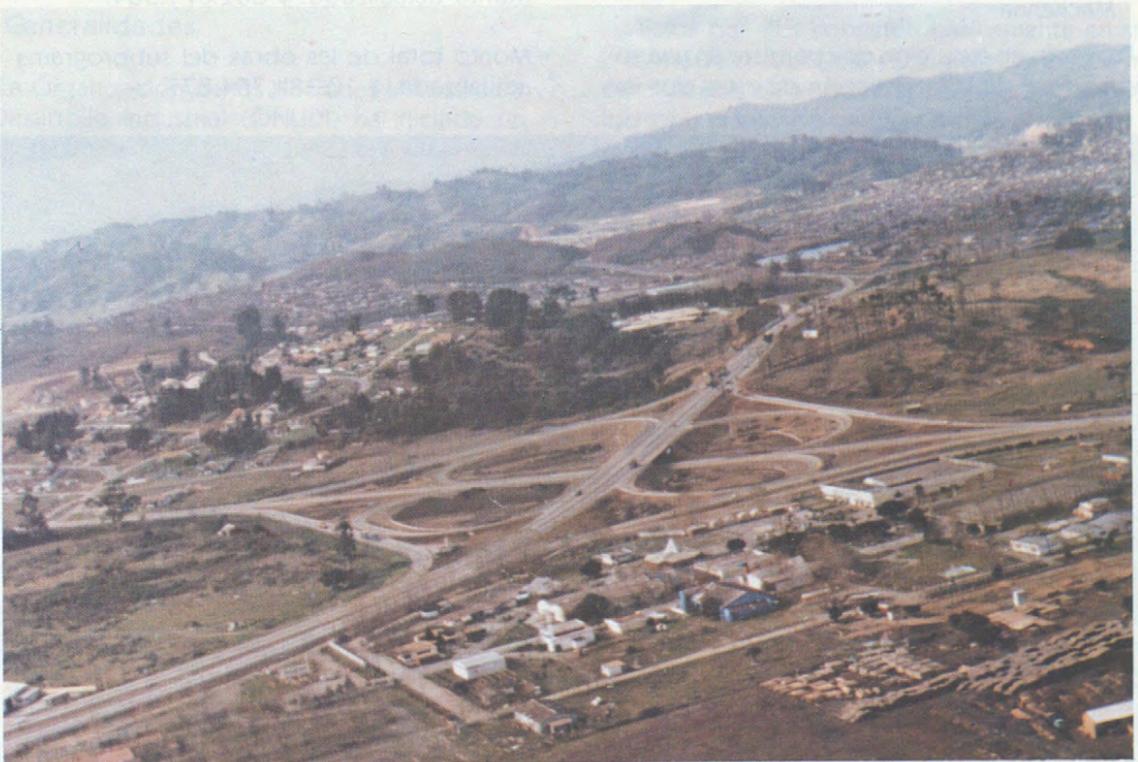
11.—Intersección Américo Vespucio - Kennedy.

Proyecto en ejecución que consiste en desnivelar la Avda. Kennedy por bajo Américo Vespucio la cual se mantiene a nivel.

Plazo de ejecución: 450 días (07.10.86 al 31.12.87).

Monto actualizado: \$ 510.547.592.

Intersección de avenida norte-sur con Balmaceda, construcción de un enlace, Región Metropolitana, febrero 1987.



Autopista Concepción-Talcahuano, trébol carriel sur.

12.—Américo Vespucio: El Salto - La Pirámide.

Proyecto en ejecución que consiste en pavimentar dos calzadas de 7 m. cada una en todo el sector.

Plazo de ejecución: 480 días (20.03.87 al 18.07.88).

Monto actualizado: \$ 755.560.929.

13.—Américo Vespucio - La Pirámide.

Proyecto en ejecución que consiste en la construcción de un puente sobre el río Mapocho y la Constanera Norte (Avda. Comodoro Merino Benítez) y la solución de los principales movimientos del cruce.

Plazo de ejecución: 480 días (27.02.87 al 27.06.88).

Monto actualizado: \$ 860.573.278.

14.—Intersección Panamericana Norte - Santa María y otros cruces.

Proyecto en ejecución que consiste en desnivelar la Panamericana Norte por bajo Santa María, la cual se mantiene a nivel; la construcción de un paso inferior a la Panamericana Norte (en Jorge Hirmas/acceso a Renca) y el mejoramiento de la intersección a nivel con 14 de La Fama.

Plazo de ejecución: 360 días (12.11.86 al 07.11.87).

Monto actualizado: \$ 824.714.353.

15.—Intersección Américo Vespucio - Vicuña Mackenna.

Proyecto en ejecución que consiste en una solución a nivel de la intersección de estas dos im-

portantes avenidas, resolviendo en ella todos los movimientos con semáforos debidamente coordinados.

Plazo de ejecución: 270 días (12.11.86 al 09.08.87).

Monto actualizado: \$ 296.850.311.

16.—José Pedro Alessandri - Departamental - Vizcachas.

Proyecto en ejecución que consiste en la construcción de una segunda calzada entre la Rotonda y Walker Martínez y en la repavimentación de la totalidad del camino existente entre la Rotonda y Vizcachas.

Plazo de ejecución: 390 días (12.11.86 al 07.12.87).

Monto actualizado: \$ 761.211.118.

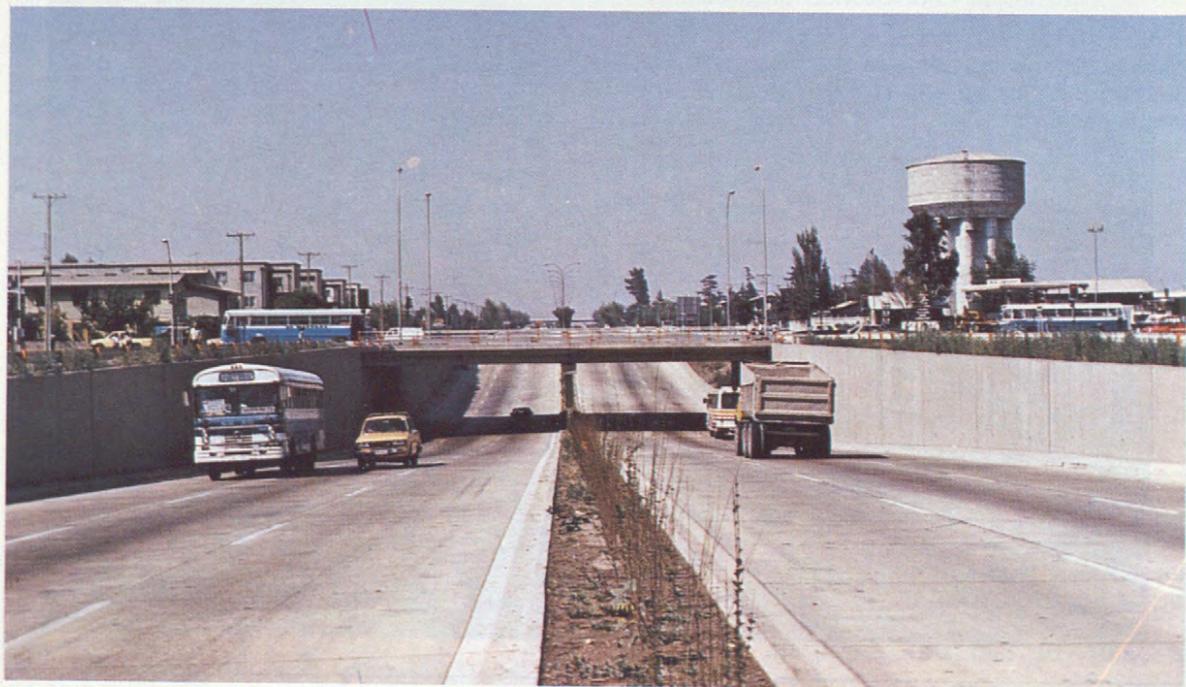
17.—Américo Vespucio: Bilbao - Nuncio Laghi (II etapa).

Proyecto en ejecución que contempla la terminación de la segunda calzada y la repavimentación de la existente a lo largo de todo el tramo como asimismo la solución a nivel de la intersección con Bilbao, Tobalaba y Larraín.

Plazo de ejecución: 420 días (02.12.86 al 26.01.88).

Monto actualizado: \$ 602.071.584.

Monto total de las obras del subprograma actualizada: \$ 10.384.704.877.



Intersección Ochagavía - Departamental, año 1985.

Puentes modulares prefabricados de madera

Eduardo Castro Zurita
Ingeniero Civil

1.—Introducción.

El desarrollo industrial, agrícola y ganadero está normalmente interrelacionado y depende en gran medida de una buena red de transporte. En la mayoría de los países en desarrollo, el transporte carretero es fundamental no sólo para progresar, sino que incluso para alcanzar una integración social y política.

Los puentes representan una parte importante del costo de un camino y si a ello se agregan los precios cada vez mayores de materiales como el acero y el cemento, se ve la conveniencia de utilizar la madera como elemento estructural, especialmente en países como el nuestro, de gran riqueza forestal y con una gran variedad de especies tanto nativas como exóticas.

2.—Generalidades.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) ha iniciado un programa muy importante para introducir el uso

de puentes modulares prefabricados de madera en países en desarrollo, basado en un sistema ideado por el ingeniero inglés, J.E. Collins en 1973, construyendo los primeros cuatro puentes en Kenya en 1976 y a partir de 1981, otros en algunos países de América Latina, Honduras y Nicaragua, específicamente.

El objetivo principal en esta etapa es evaluar la conveniencia del uso de maderas nativas en la construcción de puentes, iniciar y supervisar la producción de sus elementos y entrenar expertos en los métodos usados en Kenya. Posteriormente, se intenta ampliar el sistema, utilizando madera en estribos y accesos y en las cuerdas traccionadas en vez de acero.

3.—Principios de diseño y estructuración.

Estos puentes consisten básicamente en simples módulos triangulares prefabricados de madera unidos en su parte superior e inferior para formar una viga enrejada, como se puede ver en la figura 1.

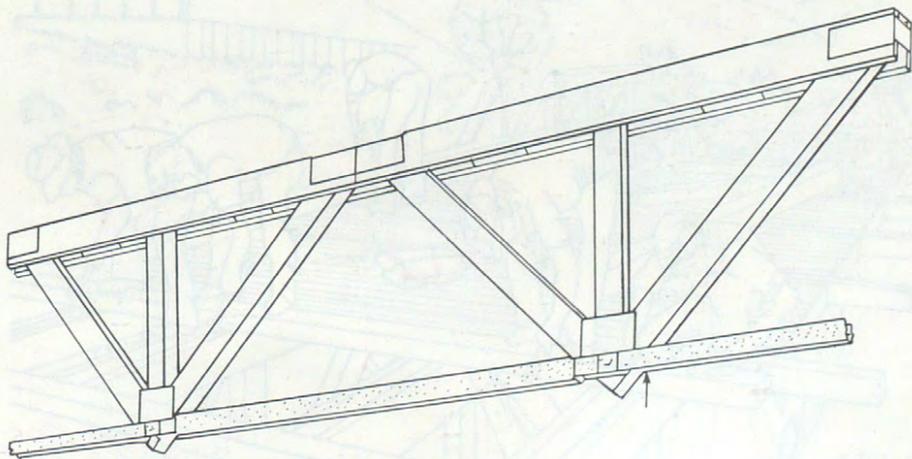


Figura N° 1

Estas vigas enrejadas se colocan arriostradas y pareadas sobre la infraestructura (Figura 2) y sobre ellas el tablero resistente clavado en sitio (Fi-

gura 3) y finalmente tablonces longitudinales como cinta de rodado o rodadura (Figura 4).

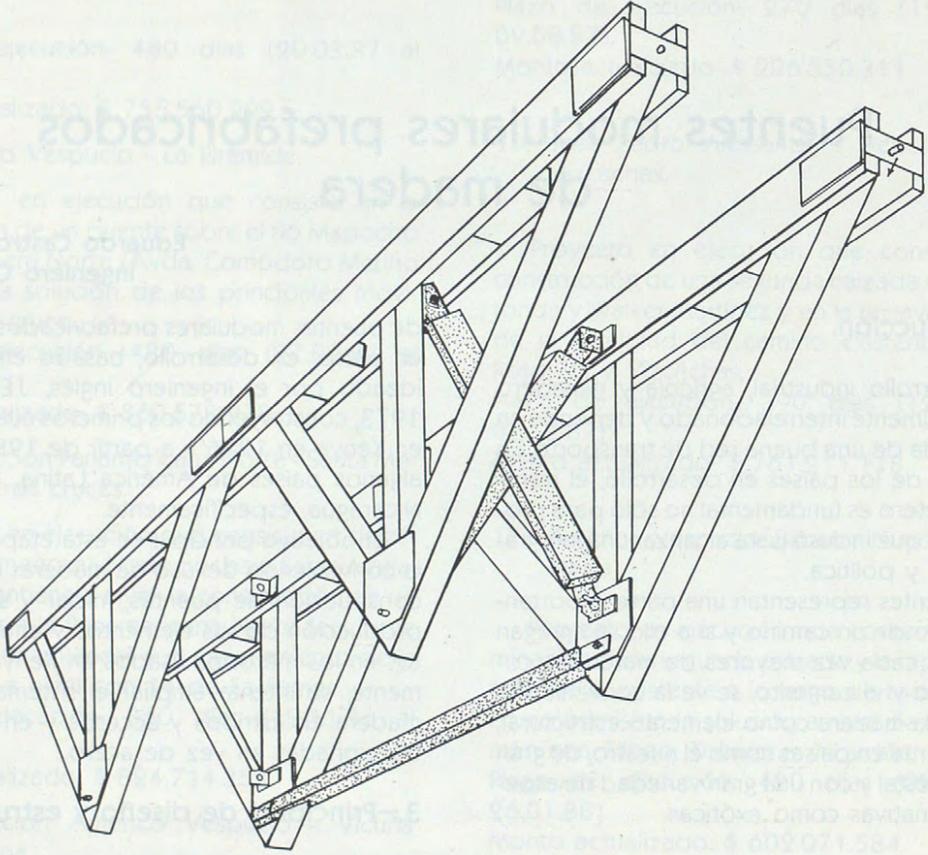


Figura N° 2.

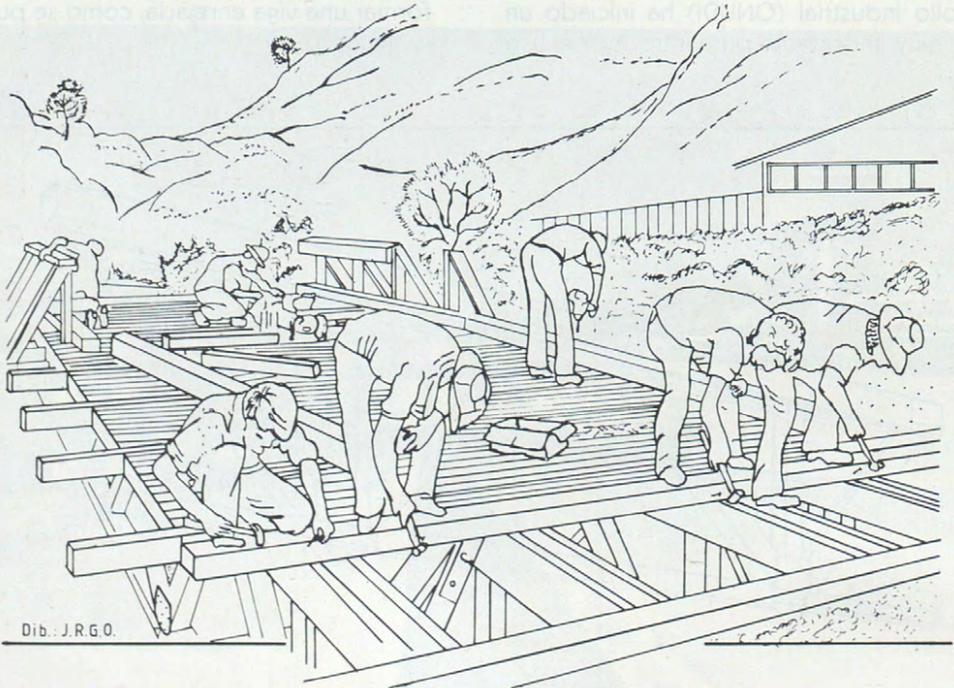


Figura N° 3.

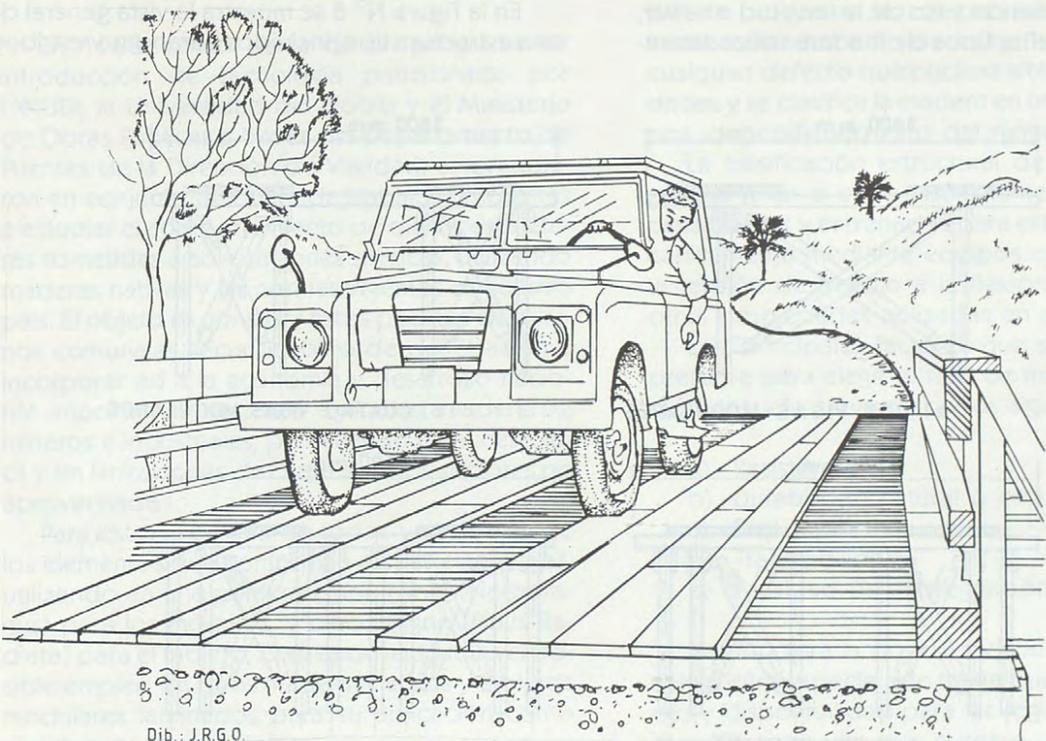


Figura Nº 4.



Lanzamiento de estructura de puente modular instalado en Los Quillayes, VIII Región, año 1986.
Foto gentileza de la Universidad de Biobío.

Las vigas se pueden disponer de distintas maneras, dependiendo esto de la longitud a salvar, cargas de diseño, tipos de madera utilizadas se-

gún se puede ver en la Figura 5.

En la Figura N° 6 se muestra la vista general de una estructura tipo, incluidos barandas y estribos.

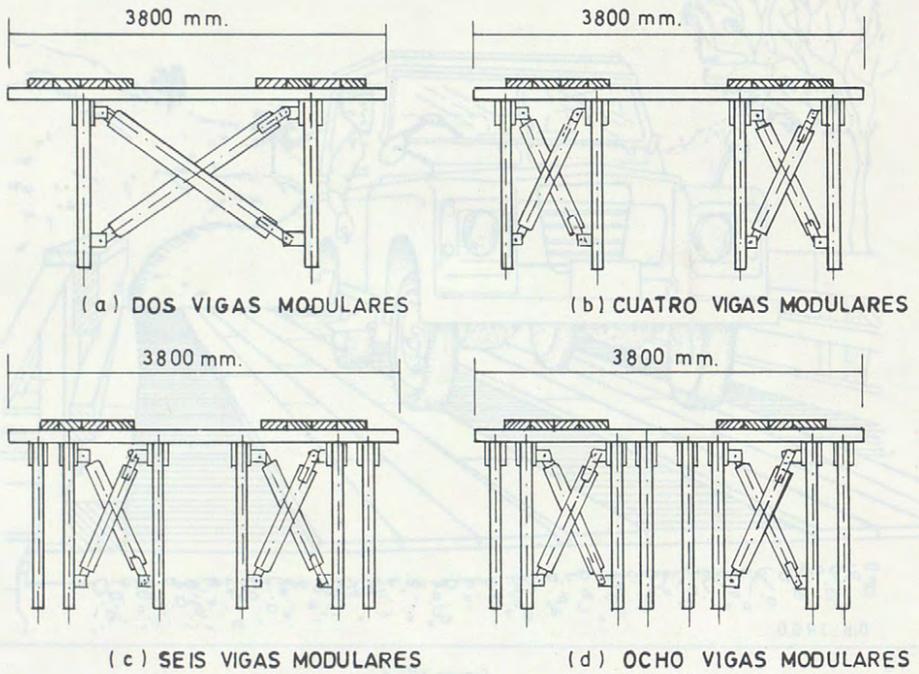


Figura N° 5.



Puente modular prefabricado de madera, instalado en octubre de 1986, en los Quillayes, VIII Región.
Foto gentileza, Universidad del Biobío.

4.—La investigación en Chile.

En 1985, como parte de un programa de introducción de tecnología patrocinado por ONUDI, la Universidad del Biobío y el Ministerio de Obras Públicas a través del Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad, emprendieron en conjunto una serie de trabajos tendientes a estudiar el comportamiento de dichas estructuras sometidas a solicitaciones sísmicas, utilizando maderas nativas y las normas vigentes en nuestro país. El objeto es construir estos puentes en caminos comunales secundarios o de penetración e incorporar así a la economía y desarrollo nacional importantes sectores agrícolas, madereros, mineros e industriales, permitiendo un acceso fácil y sin limitaciones de carga a vastos sectores no aprovechados.

Para esto se calcularon todos y cada uno de los elementos que conforman dichas estructuras, utilizando en una primera etapa roble (*Nothofagus*) para los módulos, y pino insigne (*Pinus Radiata*) para el tablero, previéndose a futuro el posible empleo de otras maderas nativas y tableros modulares laminados para su aplicación como puentes de circunstancias.

El primer puente prototipo se construyó en la provincia de Concepción, VIII Región, en el sector Los Quillayes, aprovechando la infraestructura de hormigón existente, a mediados de octubre de 1986.

Su construcción coincide con la aparición de la nueva norma chilena oficial, "Madera - Construcción en Madera", que pretende entregar disposiciones de cálculo para un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles del país, basado en el uso estructural de sus especies maderas, los elementos de unión disponibles en el mercado nacional y la tecnología de elaboración que tiene Chile.

Cabe destacar que muchos valores existentes en dicha norma son muy restrictivos, especialmente si se les compara con los de la British Standard o la Norma Americana, debido fundamentalmente a que no se han efectuado aún estudios completos de nuestra madera por el alto costo y tiempo que ello involucra.

Una de las mayores dificultades radica en la determinación de las propiedades resistentes de cada tipo de madera, dado que no sólo los nombres sino que las características de cada especie varían de un país a otro. Para resolver esto, se parte de un concepto fundamental que, si bien es conocido en otros países, no ha sido aún difundido en el nuestro y es el de clasificación por resistencia, junto con la adopción de un sistema de agrupamiento en los manuales existentes, basado en uno desarrollado y puesto en práctica desde hace varios años en Australia.

Se establece la resistencia con métodos estándar de prueba en trozos pequeños cuidadosamente cortados a fin de evitar la presencia de cualquier defecto que pudiera alterar sus propiedades y se clasifica la madera en uno de siete grupos, dependiendo esto del rango de ellas.

La clasificación estructural de la madera se puede llevar a cabo visualmente por expertos capacitados y entrenados para este objeto o mecánicamente mediante equipos que determinan la tensión de trabajo a la flexión y con ella las otras propiedades utilizadas en el cálculo.

Los principales factores que se deben tener presente para elegir el tipo de madera para los módulos y/o tablero son los siguientes:

- a) Resistencia.
- b) Durabilidad natural o con preservantes.
- c) Disponibilidad.
- d) Trabajabilidad.
- e) Facilidad de impregnación y secado.

Se estudiará la posibilidad de usar lenga, canelo u otra especie que tenga buenas propiedades y disponibilidad para las regiones extremas, XI y XII, toda vez que el roble utilizado en los módulos es de alto costo y escasea cada vez más.

Todos los módulos o paneles deben ser de idéntica forma y diseño, por lo que se deben controlar cuidadosamente sus dimensiones críticas y su capacidad de carga. Es por esto que en una primera etapa será la Universidad del Biobío la entidad encargada tanto de su fabricación con madera seleccionada, como de certificar su calidad, lo que podría en el futuro ser efectuado por otro organismo competente autorizado.

Actualmente, el Centro de Desarrollo de Industria Forestal de dicha Universidad gestiona la adquisición de toda la maquinaria e implementos para instalar un marco de prueba, que permitirá determinar la capacidad soportante de todos y cada uno de los módulos a partir de las deformaciones obtenidas para una carga preestablecida. Para esto se cuenta con el patrocinio de ONUDI que ha contratado a la empresa inglesa TRADA, (Timber Research And Development Association), que prestará la asesoría correspondiente.

Se han efectuado algunas pruebas de los módulos a la ruptura, seleccionando para ello aquellos que merecían dudas o se veían imperfectos, llegándose a cargas de ruptura de 20 toneladas y más. Cabe destacar que la carga real aplicada para el tren de cargas HS 20-44 de A.A.S.H.T.O. es de 7,26 toneladas, afectada de un coeficiente de distribución 0,754 para 4 vigas; 0,536 para 6 vigas y 0,339 para 8 vigas, lo que permite apreciar la alta resistencia de este tipo de estructuras.

No obstante lo anterior, se efectuará un seguimiento de estos puentes, para analizar su comportamiento y los gastos de conservación periódica y rutinaria que demandarán.

5.—Particularidades constructivas.

Si bien el elemento es la madera, tanto las uniones como la cuerda inferior en tracción son metálicas, pero de una simplicidad tal que permite su elaboración en el país con materias primas locales.

El aumento de la luz a salvar y/o la resistencia de la madera hacen crítico el diseño de la cuerda inferior, para lo que deberá utilizarse en ese caso acero de alta resistencia (cuerda pesada).

La estructura se construye con una contraflecha que se obtiene con una longitud de 10 mm adicionales en la cuerda superior.

TRADA ha preparado por encargo de ONUDI una serie de manuales que comprenden tanto la descripción general, como la fabricación de los elementos, lanzamiento, tecnología de la madera y necesidades tanto humanas como técnicas y de maquinaria para las diferentes etapas.

El peso, relativamente bajo, de estas estructuras, incluida la ferretería, alcanzan valores de:

784 Kg/ml para 4 vigas

1.015 Kg/ml para 6 vigas

1.215 Kg/ml para 8 vigas

Unido a la sencillez de su armado, permite que el lanzamiento sea efectuado por una cuadrilla de 4 a 6 hombres con la ayuda de elementos mecánicos mínimos, torres de rollizos o tubos de

acero, cables, poleas, muertos de anclaje y huinchas del tipo Tyrfor o Pulman (Figura 7).

Con la excepción del jefe de obra que requiere ciertos conocimientos o experiencia previa, y un carpintero o soldador, no se necesita mano de obra especializada.

El tiempo de armado y lanzamiento es de unos 5 a 6 días y se estima su vida útil en 25 años como mínimo, dependiendo esto del tipo de madera y/o preservantes usados, cargas de diseño, tránsito, ubicación geográfica, etc.

La estructuración en base a módulos prefabricados tiene las siguientes ventajas:

- Simplicidad en las uniones de la cuerda superior.
- La laminación vertical aumenta la rigidez y resistencia de los elementos.
- Mayor control y distribución adecuados de defectos, tales como nudos, grietas, etc., en los componentes.
- Mayor facilidad para el secado y tratamiento con preservantes.

Su principal desventaja es su altura relativamente grande (1,64 m), que incluido el tablero resistente y la cinta de rodadura alcanza a 1,84 m pudiendo encarecer eventualmente el costo de la infraestructura y/o accesos.

6.—Costos comparativos.

Su costo es inferior al de soluciones tradicionales como se puede ver en el siguiente cuadro, en el que se indican los costos aproximados para puentes de simple vía con pasillos de 0,75 m cada uno, para diferentes soluciones alternativas.

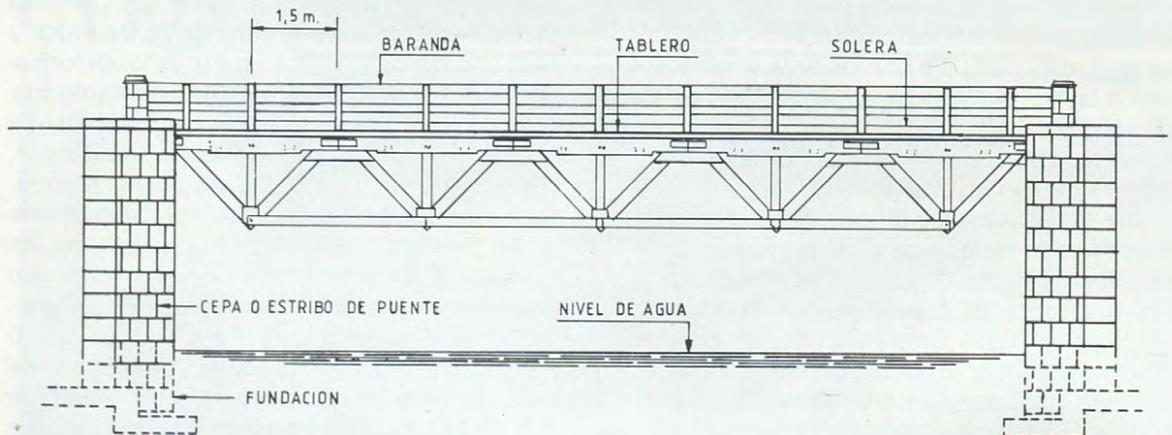


Figura Nº 6.

**Costos directos aproximados por metro lineal
en dólares**

SOLUCION	15 m	18 m	21 m	24 m
Vigas postensadas de hormigón	620	640	660	692
Vigas metálicas con losa de hormigón	670	715	750	800
Vigas metálicas con tablero de madera	600	620	680	710
Vigas T de hormigón con losa de hormigón	540	770	1.150	—
Vigas prefabricadas de madera (Incl. tablero y ferretería)	430	480	530	575(1)

(1) Valor sólo teórico, habiéndose construido en la práctica puentes de hasta 21 m de longitud.

NOTA: Para confeccionar esta tabla se ha debido interpolar, puesto que no existen antecedentes suficientes de obras construidas en calzada simple, especialmente en soluciones de vigas postensadas y vigas T nervadas de hormigón, por lo que los valores indicados en ella son sólo aproximados.

Un factor de gran relevancia en la elección de los materiales con que se construirá un puente es indudablemente su vida útil, razón por la cual se analizará dicho factor partiendo de las siguientes suposiciones:

a) Vigas metálicas y elementos de hormigón: vida útil 50 años.

b) Vigas modulares prefabricadas de madera: vida útil 25 años.

c) Tableros de madera: vida útil 10 años.

d) Gastos generales y utilidades: 30%.

Con estas consideraciones se ha elaborado una tabla comparativa de los costos de las distintas alternativas.

**Precios de propuesta aproximados
por metro lineal en dólares**

SOLUCION	15 m	18 m	21 m	24 m
Vigas postensadas de hormigón	800	830	860	900
Vigas metálicas con losa de hormigón	870	930	970	1.050
Vigas metálicas con tablero de madera	2.000	2.050	2.110	2.170
Vigas T de hormigón con losa de hormigón	700	1.000	1.500	—
Vigas prefabricadas de madera (Incl. tablero y ferretería)	1.450	1.620	1.790	1.940

Cabe destacar que todos los valores indicados son aproximados y se refieren al costo solamente de superestructuras en simple vía.

La solución definitiva deberá efectuarse para cada caso particular analizando el tipo de camino, su estándar, nivel de tránsito, características

del cauce a salvar, factibilidad técnico-económica, etc., toda vez que la simple comparación de costos de superestructuras puede introducir elementos distorsionadores de la realidad.

7.—Posibilidades de aplicación.

Esta solución permitirá disponer de puentes de un solo tramo sin limitaciones de carga, estos, diseñados con el tren de cargas HS 20-44 de la A.A.S.H.T.O., de hasta 24 m de luz por tramo, lo que actualmente no es posible ni recomendable con rollizos de madera, puesto que ya para 16 metros se talaba un bosque entero para encontrar 4 a 6 rollizos adecuados. Por este motivo desde hace varios años no se diseñan ni construyen puentes de este tipo de más de 12 metros.

Su peso muy inferior al de soluciones con vigas de hormigón o metálicas, la sencillez de su construcción que no necesita mano de obra especializada ni demanda grandes inversiones en equipos o maquinarias, la utilización masiva de materias primas no aprovechadas adecuadamente y de gran disponibilidad como la madera, y la posible materialización a futuro de un stock de estos puentes en distintos puntos del país para su instalación como puentes de circunstancia en emergencias, a un costo y tiempo inferior al de otras soluciones alternativas, permiten suponer que estos puentes de madera podrían resolver en parte los problemas existentes en muchos sectores aislados o con una deficiente interconexión a la red vial, especialmente en caminos de penetración y/o de la Red Comunal de las Regiones VIII, IX, X y XI.

Sus principales limitaciones son su ancho (simple vía) y la altura de los módulos que no hacen adecuadas estas estructuras en aquellos casos en que el emplazamiento del puente tiene una rasante crítica.

8.—Tareas pendientes.

Finalmente, se indican algunas de las tareas que se deberán abordar a futuro en lo que a esta solución alternativa se refiere:

- Estudios de factibilidad técnico-económica y catastro regional y nacional para determinar el número de puentes en los que esta solución sería conveniente.
- Utilización de otras maderas nativas, incluidos procedimientos de secado y tratamiento para diferentes especies a lo largo del país.
- El uso de módulos de madera laminada para el tablero, que permitiría una mayor rapidez de armado y facilidad para su reemplazo en caso de deterioro.
- Uso de madera laminada en la fabricación de los módulos.
- Seguimiento del comportamiento de estas estructuras y determinación de los gastos de conservación periódica y rutinaria inherentes.
- Revisión y estudio de las propiedades de las diferentes especies tanto nativas como exóticas y su injerencia en las Normas Chilenas de Madera.

9.—Bibliografía.

- Standard Specifications for Highway Bridges Adopted by the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 1983.
- Pre-Fabricated Modular Wooden Bridges, prepared for UNIDO by TRADA.
- Manual de Cálculo de Construcciones en Madera (Instituto Forestal) Manual N° 13.
- Manual de Construcciones en Madera de Vicente Pérez (Instituto Forestal) Manual N° 10.
- Memoria de Cálculo de "Puentes Modulares Prefabricados de Madera", preparada por Universidad del Biobío y Ministerio de Obras Públicas.



Figura N° 7.

Política básica para el diseño de intersecciones

Jaime Contreras Pizarro
Ingeniero Civil

Introducción.

En el desarrollo de los Programas de Mejoramiento de la Red Vial del país, un aspecto preponderante ha sido, sin duda, la necesidad de implementar criterios técnicos de diseño y construcción acordes con la experiencia actual y que se materialicen en obras viales técnicamente adecuadas y, sobre todo, seguras para el usuario.

Dentro de este contexto general, el Diseño de Intersecciones ha jugado un papel importante, por representar éstas un elemento singular desde el punto de vista funcional de la carretera y que por sus características produce cierto grado de discontinuidad en el flujo vehicular que es necesario estudiar adecuadamente.

El objetivo de este artículo es comentar algunos aspectos generales del Diseño de Intersecciones, referentes a las políticas básicas que al respecto el Departamento de Estudios de la Dirección de Vialidad ha estado implementando paulatinamente este último tiempo. La finalidad última de estas políticas ha sido adecuar los proyectos a normas y criterios actualmente vigentes sobre la materia, que técnicamente brinden mejores condiciones de seguridad, funcionalidad y capacidad para las vías. Además, y con el fin de que el usuario de la red vial nacional se habitúe a un sistema de operación análogo a lo largo de un mismo itinerario, se ha estado implementando un sistema homogéneo de intersecciones dentro de un esquema global de diseño. De esta manera, se logrará un mejor aprovechamiento de los elementos de diseño que se proyecten, ya que cada conductor sabrá con antelación su función y cómo enfrentarlos.

Generalidades.

Una intersección es un elemento singular de una red caminera en donde se realizan maniobras que no son usuales en la mayor parte de un recorrido. Cuando se cruzan a nivel dos o más caminos se genera una zona común entre ellos, que se debe estudiar en forma adecuada, de tal manera que las maniobras que allí se realicen no lleguen a afectar sustancialmente el Nivel de Servicio de los caminos confluyentes.

A toda intersección se le asocia el concepto de "capacidad", que en términos prácticos representa el número máximo de vehículos que puede circular en ella en un determinado período de tiempo, bajo las condiciones geométricas, de tránsito y de tipo de control existentes. La capacidad, así como el grado de comodidad con que los vehículos pueden circular, dependen de numerosos factores, entre los cuales es necesario destacar el trazado geométrico del dispositivo y la proporción entre los flujos de tránsito concurrentes al cruce.

El grado de comodidad con que un conductor efectúa una maniobra en una intersección es un factor representativo del Nivel de Servicio del tramo del camino donde se sitúa la intersección y que uno quiere establecer a priori.

Las componentes que definen en líneas generales las características de una intersección son la superficie involucrada, sus límites exteriores y la forma como se distribuye y ordena dicha superficie. Se ha demostrado que la capacidad de una intersección aumenta, hasta ciertos límites, en forma proporcional al aumento de su superficie, dependiendo también de la forma en que esta superficie se utilice.

Bajo este planteamiento resulta evidente la importancia de estudiar diseños que se adecúen de la mejor forma posible a los volúmenes de tránsito de cada movimiento, de manera de asegurar en términos de flujo vehicular para un nivel de servicio dado que la intersección sea compatible con la demanda esperada en el año horizonte.

Por estas razones es importante contar con proyectos adecuados, acordes a requerimientos mínimos, no sólo desde el punto de vista de la demanda, sino también en relación al diseño geométrico de sus elementos, de tal manera que, aplicando adecuadamente las normas y criterios sobre la materia, sea posible contar con proyectos seguros, funcionales, homogéneos y estéticos.

Política básica.

El esquema básico que se ha tratado de implementar, en relación a la materia que nos interesa, se puede resumir en cuatro aspectos funda-

mentales, los cuales a su vez están interrelacionados:

- Uniformar la funcionalidad de las intersecciones de un mismo itinerario.
- Asegurar Niveles de Servicio adecuados en los sectores de acceso a una intersección, tanto para el Camino Principal como para las vías transversales.
- Garantizar condiciones óptimas de seguridad y capacidad dentro de las posibilidades físicas y económicas existentes.
- Exigir diseños geométricos acordes a las normas vigentes.

El primero de ellos, como se dijo anteriormente, se refiere a la necesidad de implementar un sistema homogéneo de intersecciones en relación a su modo de operación. De esta forma se consigue un aumento en la seguridad del cruce, ya que se minimizan situaciones de inseguridad y riesgo al uniformar las maniobras, a la vez que desde el punto de vista de la demanda, se hace mejor uso de los elementos proyectados.

Relacionado con esto último se encuentran los aspectos segundo y tercero señalados. Una intersección debe satisfacer la demanda para la cual fue proyectada y los elementos que se diseñen, así como el ordenamiento que se haga de ellos debe ser compatible con el nivel de servicio que se establezca a priori. Por este motivo es necesario contar con estudios de tránsito adecuados que avalen los diseños propuestos, de manera que al final de la vida útil del proyecto la oferta y la demanda real sean compatibles con el volumen vehicular de la hora de diseño previamente establecida.

El último punto se refiere al diseño geométrico de los elementos propuestos, los cuales deben ser concordantes con las normas técnicas vigentes, principalmente en relación a las velocidades de diseño del proyecto y al vehículo tipo elegido.

Existen por cierto, en algunos casos, limitantes físicas, topográficas y económicas que condicionan las soluciones propuestas y que no satisfacen plenamente la demanda. En estos casos la intersección que se proyecte debe cumplir los requisitos mínimos de seguridad, inherentes a toda solución de ingeniería.

Aún cuando éstos han sido los planteamientos básicos que el Departamento de Estudios de la Dirección de Vialidad ha tratado de seguir en la implantación de los proyectos de intersecciones, por diversas razones en algunos casos no se han podido conjugar en su totalidad. Es así como dentro de los diversos sectores repavimentados o en etapa de ejecución se han materializado o proyectado soluciones que difieren de los criterios que se han querido implementar. En otras ocasiones los diseños propuestos, aprobados en su concepción global, distan de ser los más adecuados, dado el alto volumen de demanda prevista, lo que hace que una intersección no sea capaz de regular los movimientos de tránsito por medio de signos fijos: Ceda El Paso, Pare. En algunos casos, estudios técnico-económicos habrían

justificado la separación de niveles, ya que el uso de semáforos en carreteras rurales sólo es una solución provisoria y en algunos casos inevitable.

Paulatinamente, a la luz de los nuevos proyectos y de la recopilación de antecedentes de las intersecciones ya proyectadas y/o mejoradas, se han implementado nuevas pautas de diseño, corrigiendo aquellas deficiencias detectadas en algunos cruces actualmente en funcionamiento, conjugando lo anterior con el aspecto económico que muchas veces es prioritario en la decisión entre un conjunto de soluciones.

Criterios de diseño.

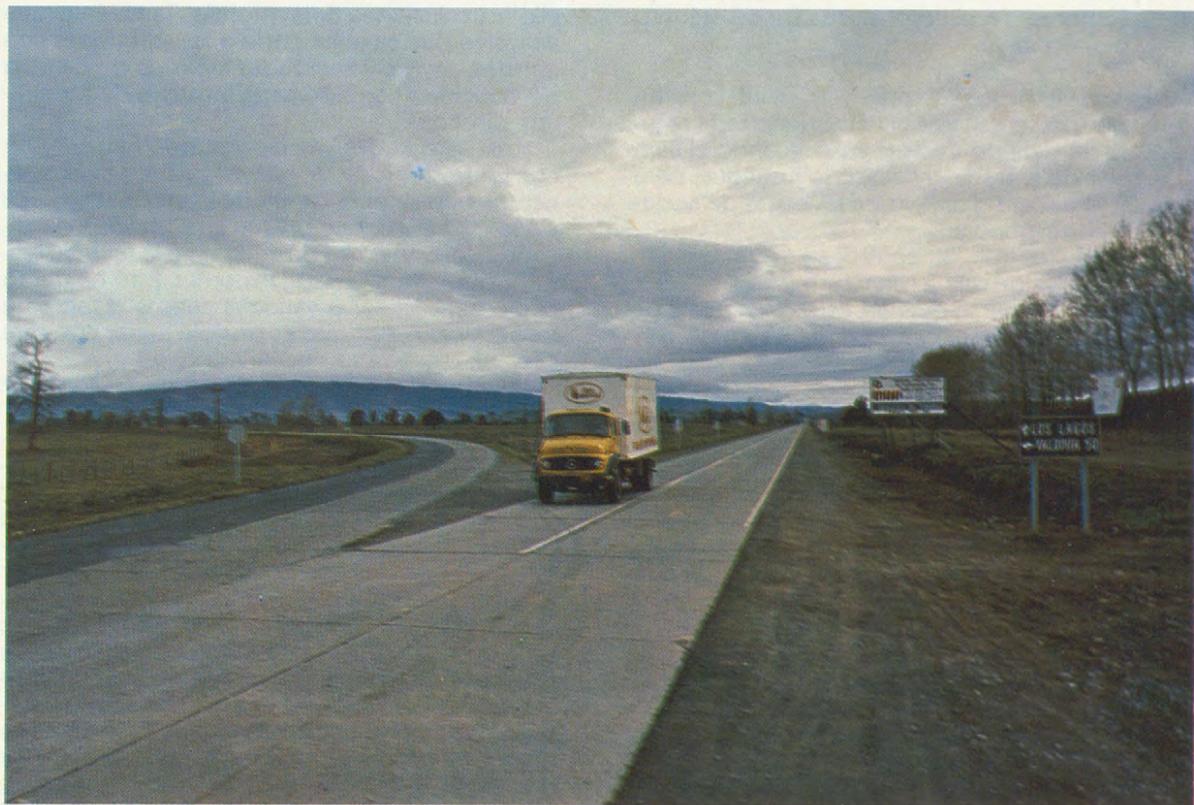
Fundamentalmente los criterios de diseño exigidos corresponden al capítulo 3.400 del volumen 3 del Manual de Carreteras. No es la intención de este artículo transcribir cada una de las recomendaciones que allí se señalan, sino más bien recalcar sólo aquellos aspectos de interés que el Departamento de Estudios ha estado exigiendo últimamente y que se enmarcan dentro de los objetivos planteados.

Al enfrentarse con el problema de diseñar una intersección, es necesario previamente definir la función que dicha intersección va a cumplir. Para ello se requiere conocer algunos aspectos fundamentales, como son:

- Tipo de carreteras que se cruzan (primarias, colectoras, locales o de desarrollo), sus velocidades de diseño, preferencias de paso y tipo de intersecciones presentes en el itinerario.
- Topografía de la zona, incluyendo todos los datos que puedan afectar o limitar las soluciones elegidas, como accidentes topográficos, límites de la zona fiscal, instalaciones anexas, edificaciones, etc.
- Datos de tránsito, de manera de poder definir claramente la importancia de cada movimiento, el volumen de demanda horaria, tipo de vehículos, etc.

Con estos antecedentes y previo al trazado geométrico de la posible solución, es necesario definir la velocidad de diseño del proyecto, ya que será ésta la que en definitiva condicionará los elementos geométricos del dispositivo elegido. En el caso de la Carretera Longitudinal, la velocidad de diseño mínima exigida es de 100 km/hora, salvo sectores singulares que por condiciones topográficas, de visibilidad o de costos sea necesario adoptar una velocidad de diseño menor. Para la carretera secundaria la velocidad de diseño estará en relación directa con el tipo de camino de que se trate; para ello es necesario analizar un conjunto de antecedentes básicos, como son: tipo de camino (primario, colector, local o de desarrollo), función del camino, volumen y composición del tránsito, topografía del sector, limitantes externas, etc.

Conjugando las variables anteriores, es posible definir una velocidad de diseño para el acceso secundario a la intersección y con ello indirectamente la velocidad de diseño del ramal en



Variante Valdivia, Paillaco - Los Lagos, X Región.

cuestión. Velocidades de diseño altas, por sobre 50 km/hora, se justifican sólo si la relación beneficio-costeo así lo demuestra, ya que tal situación conlleva a una mayor superficie involucrada, lo que se traduce en diseños de mayor costo y eventualmente a expropiaciones que a veces en zonas urbanas o semi-urbanas, como sucede en el Camino Longitudinal en varios sectores, no son recomendables. En estos casos, proyectando pistas de deceleración acordes a la situación limitante, es posible reducir el problema sin alterar sustancialmente el nivel de servicio de la carretera principal.

Otro aspecto de interés en el proyecto y que dice relación con la demanda, se refiere al criterio para definir el volumen horario de diseño. En este caso se recomienda tomar como representativo el tránsito correspondiente a la hora 30 ava.

Dado que en la mayoría de los casos no se dispone de la información de tránsito necesaria para hacer un estudio analítico al respecto, se acepta como norma general la recomendación del Volumen N° 3 del Manual de Carreteras, en el sentido de considerar como valor representativo un cierto porcentaje del T.M.D.A. que es variable entre 12% y 18%, dependiendo de la zona y del tipo de camino que se trate.

El horizonte del proyecto corresponde al exigido para la repavimentación o rehabilitación de

la vía, según sea el caso, o lo que la Dirección de Vialidad estime adecuado, considerando la importancia del proyecto. Las tasas de proyección de tránsito a adoptar serán las resultantes de valores estadísticos que se dispongan, complementados en lo posible con otras variables económicas de interés.

Para el estudio de capacidad y niveles de servicio, se deben adoptar los criterios señalados en el Manual de Capacidad de Caminos del TRB. Como se señaló anteriormente, cada intersección tiene implícita una capacidad que representa el máximo número de vehículos que puede hacer uso de ella en un determinado período de tiempo, bajo las condiciones prevalecientes.

Cabe hacer notar que los diferentes accesos a una intersección no tienen por qué tener el mismo Nivel de Servicio; sin embargo, lo normal es que se interrelacionen y sus niveles sean similares.

Respecto al tipo de control que regula el cruce, éste debe corresponder a la condición de Parada para la vía secundaria, si se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

- Relación entre los flujos de tránsito marcadamente distinta.
- Triángulo de visibilidad no cumple los mínimos requeridos para la velocidad de aproximación al cruce.

- Sectores de acceso al cruce con tránsito bidireccional.

En el caso de los sectores del Camino Longitudinal que presenten vías unidireccionales, la regulación será del tipo Ceda el Paso, cuando el flujo vehicular de entrada al camino lo justifique, para lo cual se deberá disponer de las pistas de aceleración correspondientes.

Este último tipo de control se usará también en los ramales de salida canalizados; por lo tanto, los elementos que se definan, específicamente las pistas de deceleración, deberán diseñarse por seguridad para condición de Parada, es decir, $L_t = 160$ m. Cuando el radio de giro del ramal permita una velocidad de diseño mayor, parte de dicha longitud podrá quedar incluida en el desarrollo de la curva.

Respecto al carácter funcional de la intersección, el aspecto más importante se refiere sin duda a los movimientos de giro a la izquierda. Cuando el volumen horario justifique una pista central, y sea económicamente factible, ésta deberá diseñarse protegida con soleras.

En el caso de caminos que no tengan gran intensidad de tránsito y que el espacio disponible para generar una pista adicional esté limitado o sea preferible la elección de una solución provisoria o económica, se puede reemplazar satisfactoriamente el alineamiento con soleras por medio de demarcación en el pavimento, siempre que las condiciones geométricas del camino se adecuen para una solución de este tipo y que las marcas pintadas se conserven en buen estado.

En los sectores bidireccionales, cuando sea necesario generar una pista central, se deberá respetar el radio mínimo en contraperalte ($R = 2000$ m para velocidad de diseño de la carretera igual a 100 Kph), cuidando en todo momento la estética del conjunto y evitando al máximo que el vehículo perciba el efecto curva-contracurva a que dicha maniobra induce.

Cuando el volumen horario no justifique una pista central, el giro se hará directamente desde la carretera principal, eliminando las soluciones tipo rotonda. Un dispositivo de este tipo se justificará sólo como solución provisoria.

Comentario final y conclusiones.

Como se señaló anteriormente, la necesidad de adaptarse a nuevos criterios que resolvieran en mejor forma los aspectos técnicos y de funcionalidad inherentes a cualquier proyecto de intersecciones, condujo al Departamento de Estudios a modificar y normalizar algunos conceptos sobre la materia.

Dichas normas son recopilaciones y adaptaciones de normas extranjeras y resumen la experiencia mundial de varios años sobre la reacción de los conductores, accidentes, capacidad, funcionalidad, estética, etc.

Dentro de estas modificaciones las más importantes, sin duda, se refieren al uso de las pistas centrales de giro a la izquierda, eliminando con

ello las soluciones tipo rotonda. También el uso intensivo que se le ha dado a las soluciones con ramales de giro canalizadas y pistas de cambio de velocidad han sido características de los nuevos diseños.

Las dificultades principales que han surgido con la implantación de nuevos proyectos provienen principalmente de un desconocimiento por parte de los conductores acerca del uso de dichos elementos o en otros casos a la falta de respeto por la señalización existente. Esto ha traído como consecuencia variadas críticas respecto a las ventajas reales que es posible lograr con este tipo de diseños.

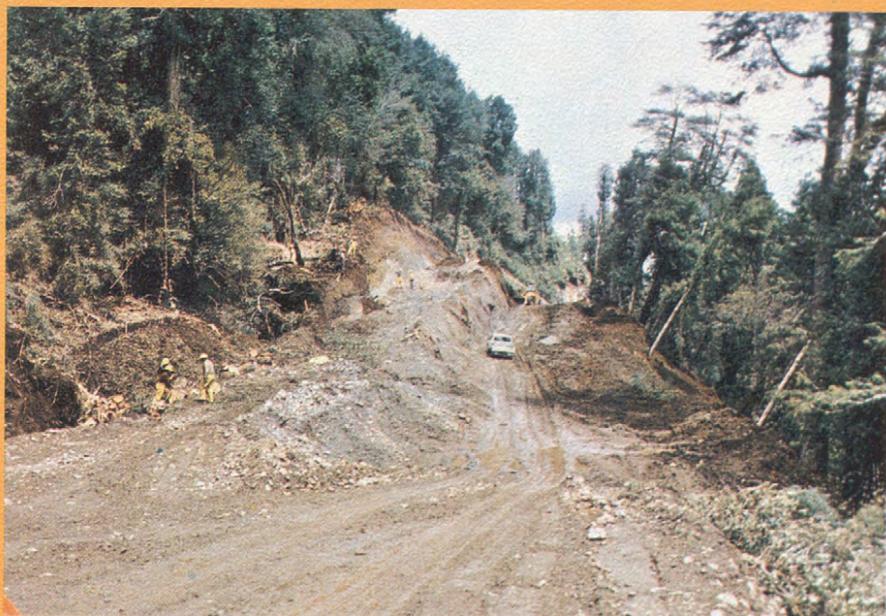
Frente a esta situación es necesario formular algunas soluciones al problema.

La primera de ellas surge de inmediato y se refiere a la necesidad de informar y educar al usuario respecto de la manera cómo debe enfrentar una intersección y al uso correcto que debe hacer de sus elementos. Es por este motivo precisamente, con el fin de facilitar que un conductor encuentre en cualquiera zona del país intersecciones proyectadas con análogo criterio, que se está aplicando uniformidad en el tratamiento de las intersecciones de un mismo itinerario. De lo anterior y como otro aspecto a considerar, se deduce que sería necesario readecuar las soluciones que han sido materializadas fuera del esquema planteado. Está comprobado que por razones de tipo psicológico, cuando un conductor espera un cierto tipo de intersección, normalmente su tendencia será a reaccionar mejor si encuentra lo que espera.

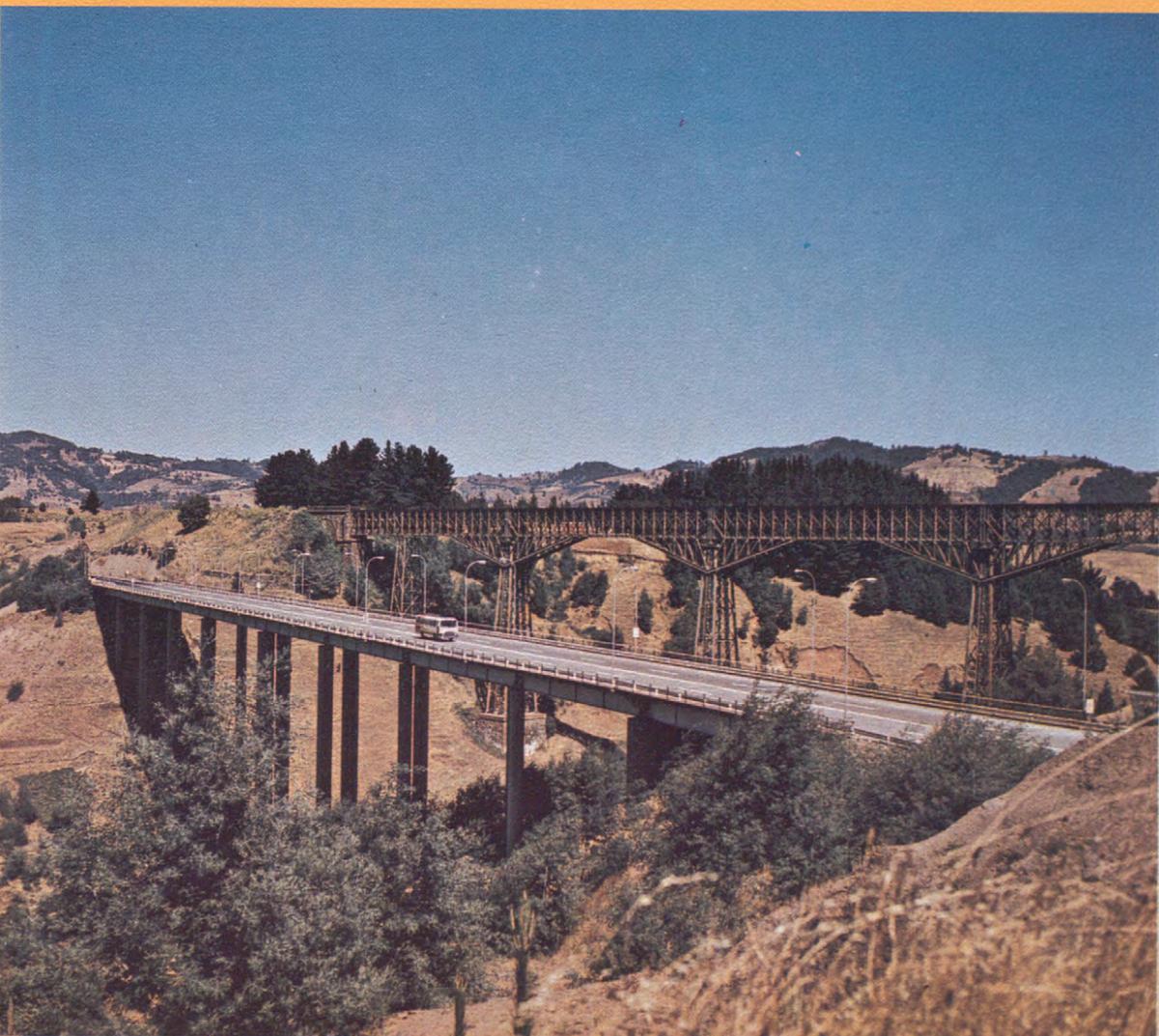
Con el propósito de regular la circulación y mejorar las condiciones de seguridad, especialmente en las soluciones con pistas de giro centrales y de cambio de velocidad, lo anterior debe ser complementado con señalización adecuada, normalizada, tanto en su forma, color y ubicación, como también demarcada en el pavimento (flechas, símbolos, achurados, líneas de carril, etc.), de manera tal que un conductor sepa con la debida antelación la maniobra que debe realizar y no conduzca a situaciones de riesgo al no saber cómo reaccionar frente al dispositivo, el que por lo mismo no debe ser excesivamente complicado.

Finalmente resulta imperativo reforzar la seguridad de los cruces en los caminos bidireccionales en aquellas soluciones con pistas centrales protegidas con solera, especialmente en la noche. Para ello se hace necesario completar la señalización con dispositivos luminosos del tipo reflectante (tachas o similares) o, cuando la importancia del cruce lo justifique, ver la posibilidad de instalar luminarias.

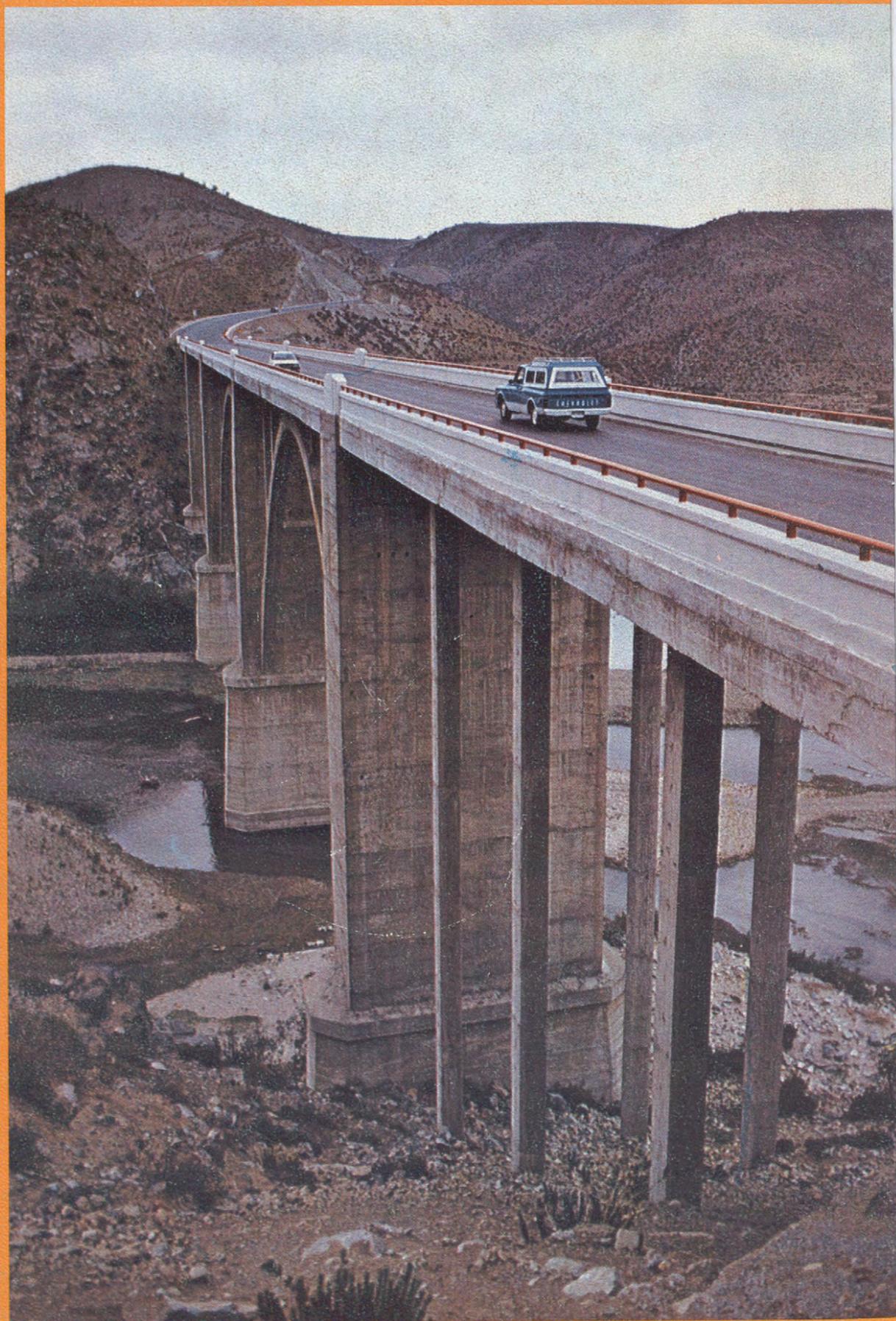
Estamos seguros que, en la medida que se vayan adoptando estas recomendaciones y especialmente haya una conciencia clara por parte de los conductores de respeto a la señalización existente, los objetivos planteados respecto a los beneficios que se pueden alcanzar con un proyecto adecuado se habrán cumplido satisfactoriamente.



Construcción del Camino Longitudinal Austral en la ribera del Lago Risopatrón.



Puentes sobre el Malleco, IX Región.



Carretera Longitudinal Norte, Puente Amolanas, IV Región, año 1986.

