



# REVISTA DE CAMINOS

Revista Nacional dedicada a la Técnica  
del Camino y a la Educación Vial

---

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS

---

V O L U M E N 19

∞

INDICE GENERAL DE 1945

SANTIAGO DE CHILE  
TALLERES GRAFICOS "LA NACION", S. A.  
AGUSTINAS 1269

---

1946

INDICE GENERAL  
DE LA  
REVISTA DE CAMINOS

AÑO 1945

EDITORIALES

	Páginas
Un delito que debe castigarse . . . . .	1
La carretera panamericana . . . . .	65
Laboratorio de ensayo de materiales . . . . .	123
Nuestra Memoria Año 1944 . . . . .	183
Una fecha memorable . . . . .	255
Nuestro camino longitudinal sur . . . . .	312

TECNICA

Algo sobre la enseñanza de la Ingeniería en los EE. UU. de Norteamérica . . . . .	3
Financiamiento vial . . . . .	9
Estabilización de suelos para caminos . . . . .	37
Aplicaciones de la Estadística a las Operaciones de la Contabilidad . . . . .	47
Un ventajoso equipo para conservación de ca- minos . . . . .	50
Consideración y sugerencia al proyecto de cons- trucción de un túnel en Juncal . . . . .	68
Importancia de la Sección Estudios . . . . .	98
El desarrollo vial en los Estados Unidos en 1944 . . . . .	126
Bases de suelo-cemento . . . . .	146

	Páginas
Camino de la provincia de Valparaíso . . . . .	150
Algunas noticias sobre el sistema panamericano de carreteras en Bolivia . . . . .	155
Necesidad de modificar las exigencias sobre com- pactación de terraplenes . . . . .	163
Prevención de la erosión en taludes de cortes . . .	170
Algunas consideraciones sobre organización y administración . . . . .	276
Consolidación y conservación de caminos de gra- va con cloruro de calcio . . . . .	282
Lo que necesita el Ingeniero de provincia . . . . .	284
Exploraciones para encontrar la roca bajo la su- perficie de un terreno . . . . .	315
Uso de los materiales asfálticos y su comparación económica con otros tipos de pavimentos si- milares y de tipo superior . . . . .	323
Consideraciones sobre bases y carpetas de rodado elásticas de tipo bituminoso . . . . .	336
Construcción de afirmados estabilizados . . . . .	339
Manual práctico.—Uso de la regla de cálculo para el trazado de caminos o ferrocarriles . . . . .	347

#### INFORMACIONES GENERALES

V Congreso Panamericano de Ferrocarriles . . . . .	52
Puente Calle-Calle . . . . .	57
Provincia de Atacama.—Inauguración de un tra- mo del camino longitudinal norte . . . . .	61
Congreso Regional Caminero de la Provincia de Coquimbo . . . . .	101
Camino de Copiapó a Tinogasta . . . . .	113
Puente Aconcagua en Colmo . . . . .	114
Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comuni- cación.—Crea el Consejo Nacional de Vías de Comunicación . . . . .	115
Aprueba detalle, por obras, de la distribución de fondos para caminos del Plan de Obras para el año 1945 . . . . .	119
Modifica el decreto 277, de 1945, que creó el Con- sejo Nacional de Vías de Comunicación . . . . .	175

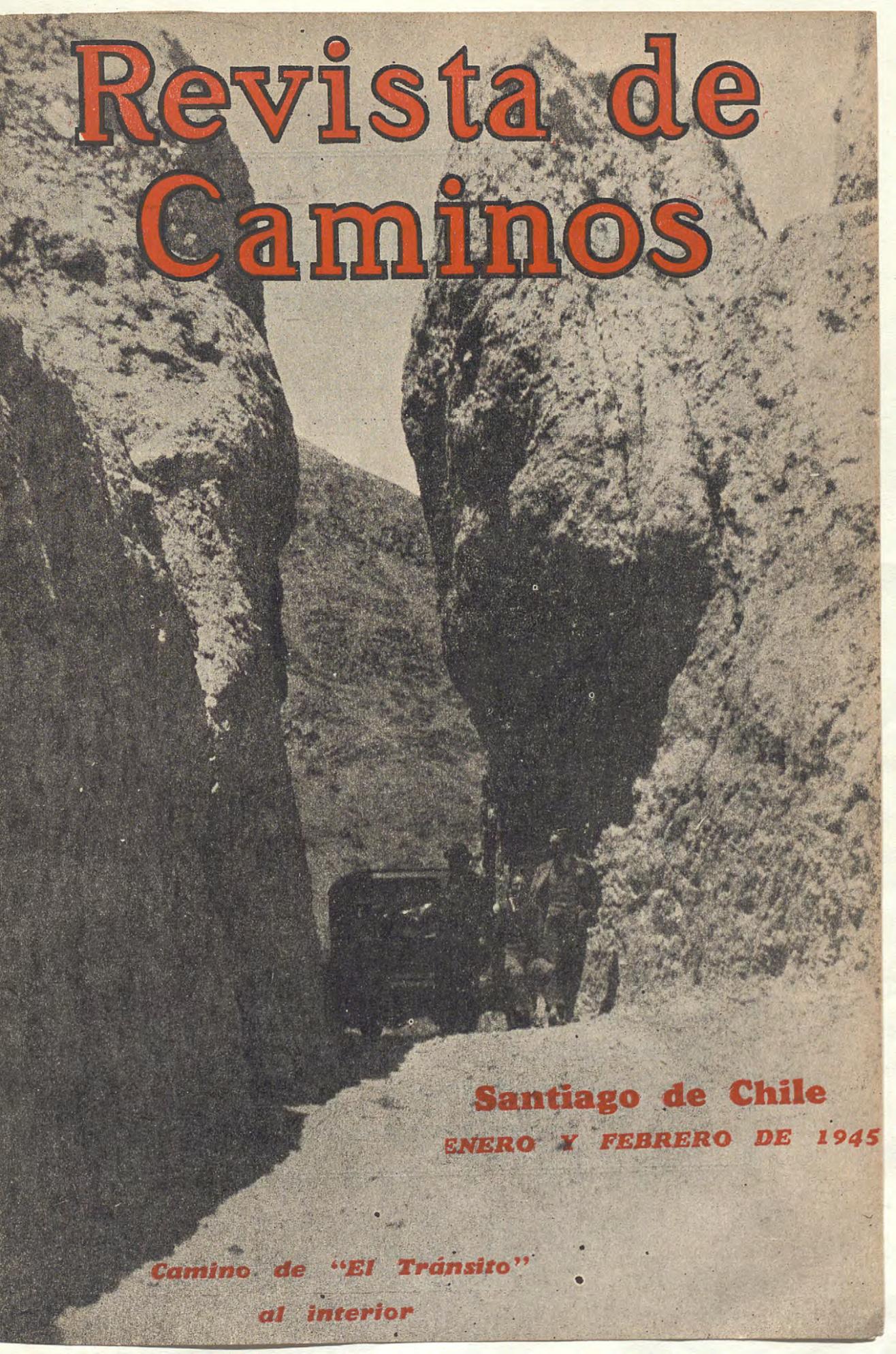
Autoriza pedir propuestas públicas para la construcción del tramo de la carretera panamericana "Presidente Roosevelt", Sector Santiago-La Serena . . . . .	175
Reglamenta los honorarios para las comisiones de hombres buenos, designadas por el Gobierno	176
Tercera Convención de la Asociación de Empleados de Caminos de Chile . . . . .	251
V Congreso Panamericano de Ferrocarriles . . . . .	290
Adopción del sistema métrico en los EE. UU. de Norte América . . . . .	295
Tome su derecha . . . . .	296
Para la construcción de carreteras y aeródromos se proyecta destinar 3.300 millones de pesos .	297
Bibliografía . . . . .	308
Prensa Técnica . . . . .	311
Día del Camino . . . . .	362
Propaganda comercial en la proximidad de los caminos públicos . . . . .	365

PRENSA TECNICA

Indice bibliográfico de temas camineros de Revistas recibidas . . . . .	180
Tamices americanos y británicos . . . . .	183
Tabla de medidas usuales . . . . .	184

---

# Revista de Caminos

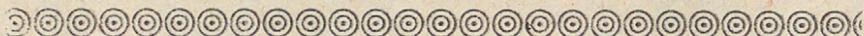


**Santiago de Chile**

**ENERO Y FEBRERO DE 1945**

**Camino de "El Tránsito"  
al interior**

# Revista de Caminos



REVISTA NACIONAL DEDICADA A LOS  
ESTUDIOS, CONSTRUCCION Y CONSER-  
VACION DE CAMINOS

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS  
DE LA DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS

CASILLA 153

TELEFONO 85231

SANTIAGO DE CHILE

OFICINA:

MORANDE 45 — Edificio del Ministerio de Obras Públicas  
y Vías de Comunicación

## PRECIOS DE SUSCRIPCION:

En el país . . . . .	\$ 50.00
En el extranjero . . . . .	80.00
Número suelto en el país . . . . .	5.00
Número suelto en el extranjero . . . . .	6.00

SANTIAGO

# REVISTA DE CAMINOS

REVISTA NACIONAL DEDICADA A LA TECNICA DEL  
CAMINO Y A LA EDUCACION VIAL

---

AÑO XIX. — Enero y Febrero de 1945. — N.os 1-2

---

## S U M A R I O

Portada: Camino de El Tránsito al interior.

Página

### EDITORIAL

Un delito que debe castigarse ... .. 1

### TECNICA

Algo sobre la enseñanza de la Ingeniería en los EE. UU.  
de Norteamérica ... .. 3  
Financiamiento Vial ... .. 9  
Estabilización de suelos para caminos ... .. 37  
Aplicaciones de la Estadística a las Operaciones de la  
Contabilidad ... .. 47  
Un ventajoso equipo para conservación de caminos ... .. 50

### INFORMACIONES GENERALES

V Congreso Panamericano de Ferrocarriles ... .. 52  
Puente Calle - Calle ... .. 57  
Provincia de Atacama. — Inauguración de un tramo del  
camino longitudinal norte ... .. 61

# REVISTA DE CAMINOS

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS

CONSEJO DIRECTIVO

CARLOS ALLIENDE A., OSCAR TENHAMM V., FRANCISCO ESCOBAR B.

DIRECTOR

ING. FRANCISCO ESCOBAR B.

CASILLA POSTAL 153. — SANTIAGO DE CHILE

Santiago de Chile, Enero y Febrero de 1945

AÑO XIX

N.os 1—2

## EDITORIAL

### UN DELITO QUE DEBE CASTIGARSE

Quien haya viajado por nuestras carreteras habrá observado el hecho delictuoso de la destrucción de las señales camineras, hecho que ha venido acentuándose últimamente.

No es en nuestro país en donde solamente se observa esto; es necesario decir que en Argentina, en Perú y otros países acontece algo análogo.

No ha mucho, en Argentina se ha condenado a dos muchachos a seis años de prisión por hurto de señales camineras.

Hay que considerar que el daño que se causa con estos delitos no alcanza solamente al valor material de la especie robada o dañada, sino que envuelve un peligro para la seguridad del tránsito; se atenta contra la vida o la salud de las personas que viajan.

Es por esto que es necesario proceder con rigor en el castigo del delincuente. Es necesario que se tomen todas las medidas aconsejables para sorprender y denunciar estos delitos.

En nuestro Código Penal no se contempla claramente este delito como en los Códigos extranjeros. El Código Penal del Perú, por ejemplo, en su Art. 268 establece que "el que intencionalmente impidiera o perturbara la circulación pública, especialmente la circulación en las vías públicas o por agua o por aire y pusiere, a sabiendas, en peligro la vida o la salud de las personas, será reprimido con prisión no menor de dos años".

"La pena será de penitenciaría no mayor de diez años o prisión no menor de seis meses, si el delincuente hubiere puesto a sabiendas en peligro la vida o la salud de un gran número de personas".

"La pena será de prisión o multa de la renta de tres a treinta días si el delincuente hubiere obrado por negligencia".

A falta de una disposición como ésta, nuestro Código contempla en sus artículos 323, 334, 432, 446, 484 y 485 penas que acaso podrían aplicarse en estos casos.

Lo que importa es que nuestras autoridades desplieguen alguna actividad en reprimir estos delitos que atentan contra la seguridad pública.

Debe también irse a una campaña educadora, la que debiera iniciarse en las escuelas públicas, enseñando al niño a respetar las señales camineras, por el peligro que su destrucción envuelve para el público, para su familia y para sí mismo.

F. E. B.

REVISTA DE LA  
SANTO DOMINGO DE LOS RIOS Y RIVERA DE 1945  
N.º 1-2

# EDITORIAL

## UN DELITO QUE DEBE CASTIGARSE

Quien para viajar por nuestras carreteras debe observar el paso de los autos de la destrucción de las señales camineras, de que se ha venido ocupando últimamente.

No es en nuestro país donde se observa este; es necesario hacer que en Argentina, en Perú y otros países se observe este delito.

No ha mucho en Argentina se ha condenado a dos conductores a seis años de prisión por haber destruido señales camineras.

Hay que considerar que el daño que se causa con estos delitos no es solamente el de la destrucción de la señal, sino también el de la destrucción de la vida o la salud de las personas que viajan.

Es por esto que es necesario proceder con rigor en el castigo del delito. Es necesario que se tomen todas las medidas necesarias para comprender y denunciar estos delitos.

En nuestro Código Penal no se contempla claramente este delito como en los Códigos extranjeros. El Código Penal del Perú, por ejemplo, en su Art. 288 establece que "el que intencionalmente destruyere o inutilizare la señalada pública, especialmente la que indica el peligro de la vida o la salud de las personas, será castigado con prisión de tres a seis años".

La pena será de prisión de tres a seis años si el delito se cometiere en un lugar de tránsito de personas o de mercancías, y de seis a diez años si el delito se cometiere en un lugar de tránsito de mercancías.

La pena será de prisión de tres a seis años si el delito se cometiere en un lugar de tránsito de mercancías, y de seis a diez años si el delito se cometiere en un lugar de tránsito de personas.

# T E C N I C A

## ALGO SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA EN LOS EE. UU. DE NORTEAMERICA

Por el Ing. don Carlos Alliende Arrau,  
Prof. de Caminos de la U. de Chile

1.—Durante el año 1943 permanecí casi 5 meses en Ann Arbor, pequeña ciudad del Estado de Michigán, situada a unos 40 kilómetros al este de la populosa Detroit; y dediqué la mayor parte de este tiempo a seguir un Curso sobre Mecánica de Suelos, en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Michigán, codo a codo con algunos de mis ex-alumnos de nuestra Escuela de Ingeniería.

Me fué, pues, fácil apreciar cómo se enseña la Ingeniería en una Universidad Norteamericana, enseñanza que, por otra parte, es muy semejante en todas las Universidades de Estados Unidos. A mediados de 1943 pude visitar, aunque a la ligera, algunas Secciones de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Nueva York, lo que me permitió convencerme del aserto que acabo de hacer. Había visitado antes la Universidad de Chicago, y al desembarcar en Nueva Orleans, las de Loyola y Foulain.

Debo agregar que la Universidad de Michigán, con sede en Ann Arbor, es la Universidad oficial del Estado de Michigán, y en tiempos normales —no de guerra como los actuales— da educación a unos 14,000 alumnos, entre hombres y mujeres. Entiendo que el número de estudiantes femeninos llega a 30 o/o del total, o sea, a unos 4,000.

2.—Los estudios de ingeniería están divididos en 7 especialidades distintas, es decir, hay 7 carreras diferentes con otros tantos títulos universitarios. Estas carreras o especialidades son:

- 1) Ingeniería Aeronáutica.
- 2) Ingeniería Química.
- 3) Ingeniería Metalúrgica.
- 4) Ingeniería Civil.
- 5) Ingeniería Eléctrica.
- 6) Ingeniería Mecánica.
- 7) Ingeniería Marítima y de Arquitectura Naval.

El gran desarrollo industrial del país permite dispersar en tan vasta escala los distintos ramos de nuestra profesión pudiéndose asegurar que con ello no se irrogan perjuicios a los que estudien esta carrera, ya que los egresados de las Universidades norteamericanas —en tiempos normales—, siempre encuentran sitio donde ganar su vida.

Además, el estudioso puede obtener ciertos conocimientos similares a los de la ingeniería, pues la Universidad le proporciona clases de astronomía, matemáticas generales y física, en otras tantas cátedras independientes.

3.—Para ser admitido como alumno de cualquiera de las carreras nombradas, se necesita, por lo menos, haber llegado a la edad de 16 años, y presentar seguridad de buena conducta ("good moral character").

En cuanto a preparación previa, el estudiante-candidato es admitido como alumno del Colegio de Ingenieros sólo después de haber presentado un **Certificado** (admission certificate), de una High School acreditada, en el cual se establezca que él ha completado 4 años de estudios en forma satisfactoria.

Las High Schools corresponden a nuestros Liceos, es decir, son los establecimientos que en Estados Unidos se encargan de la Enseñanza Secundaria. Es pertinente decir, respecto de los Certificados de Admisión, que la Universidad pide a las High Schools ciertos Informes Especiales relativos a los postulantes, entre los cuales quiero citar: a) Informe concerniente a la capacidad intelectual del candidato; b) Indicación de alguna aptitud sobresaliente que posea el postulante. Estos Informes deben referirse, por lo menos, a los 3 últimos años de instrucción.

A veces, no obstante el certificado de admisión a que acabamos de referirnos, la Universidad se reserva el derecho de examinar al postulante; y esto ocurre cuando el certificado de la High School no acredita que el candidato haya seguido todos los cursos exigidos. Es interesante explicar este proceso que nos pondrá, además, en situación de apreciar las diferencias entre las normas de nuestra educación secundaria y la de Estados Unidos. Para ello indico a continuación las materias enseñadas en una High School, las que se dividirán en 5 grupos:

- I.—Grupo del inglés.
- II.—Grupo de lenguas extranjeras. Las lenguas aceptadas son: griego, latín, francés, alemán y español.
- III.—Grupo matemático, que comprende el álgebra, geometría plana, trigonometría, geometría del espacio.
- IV.—Grupo de las ciencias, que comprende la física, química, botánica, zoología y biología.
- V.—Grupo de los estudios sociales, comprende la enseñanza de la Historia, Economía y Normas sobre Gobierno. (American Government).

Para obtener un certificado satisfactorio de una High School, el estudiante debe seguir los cursos indicados en los grupos anteriores, si es su obligación trabajar cierto número A de horas al año durante los 4 años que dura la enseñanza. Pero puede optar por aumentar sus estudios en algunos de los grupos, disminuyendo correlativamente sus horas de labor en otros de los grupos, con excepción del N.º I, que es absolutamente obligatorio. Por ejemplo, un alumno, que no tiene afición al grupo ciencias, (IV), puede dedicarse por entero al estudio de las historias y demás asignaturas de tipo social, incluídas en el grupo V. De aquí nace la necesidad de examinar a ciertos postulantes a candidatos a alum-

mos del Colegio de Ingenieros, cuando la Universidad quiere cerciorarse de que poseen los conocimientos exigidos para su ingreso al dicho Colegio. La Universidad exige, en efecto, preparación en los siguientes ramos: inglés, idioma extranjero, geometría plana y del espacio, trigonometría, física, química e historias.

Resalta de este ligero examen, y digo esto sólo a manera de digresión, la diferencia de una High School Americana con un liceo chileno, y tal vez con cualquier establecimiento de educación secundaria de América Latina. En nuestros liceos se da una educación que abarca 6 años, con un **programa fijo**, y no se da opción al alumno para estudiar ciertas materias de su afición con exclusión de otras. Además, llama la atención el hecho de que en Estados Unidos no es obligatorio estudiar un idioma extranjero: y sólo es requerido el conocimiento de algún idioma, además del inglés, cuando el sujeto ingresa a una Universidad para estudiar una carrera profesional.

La índole de este trabajo me impide hacer una crítica bien documentada de estas dos maneras de concebir la educación secundaria; quiero sólo decir que el sistema americano me parece, en general, más práctico, y, seguramente, sería muy útil implantarlo en Chile, con algunas modificaciones en la mayoría de los liceos, dejando sólo algunos de ellos con el extenso programa humanístico que hoy se da. Hago la salvedad de que estimo un error la idea norteamericana de no enseñar obligatoriamente un idioma, y creo bien fundada nuestra concepción educativa, en cuanto a exigir por lo menos 2.

Quiero agregar, por último, que todo **ciudadano de Estados Unidos**, según se me aseguró, debe pasar por una High School, y esto ha debido hacerlo después de cursar 5 ó 6 años en una escuela primaria. En Chile es una selección de individuos la que va a los liceos, aunque, seguramente, algunos muchachos de eminentes cualidades se quedan sin educación superior por falta de recursos.

4.—Admitido el postulante, ingresa a estudiar en el Colegio de Ingenieros la especialidad hacia la cual siente inclinación. Normalmente el estudio de una carrera dura de 4 a 4 1/2 años, estando dividido el año en dos semestres, que allá denominan "terms". Entre los terms hay variaciones que creo duran 1 mes.

En general, las materias correspondientes a los 3 primeros semestres (o terms), son prácticamente iguales en todas las especialidades, de suerte que el estudio propiamente tal de la especialidad empieza en el 4.º term. En realidad, durante estos tres primeros semestres, el alumno recibe la preparación matemática absolutamente indispensable para cualquiera de las carreras que después abraza.

Al final de los 4 ó 4 1/2 años de estudio, y siempre que estos hayan sido satisfactorios, el estudiante recibe el título de Bachelor of Science in Engineering. Este título varía según la especialidad en que el egresado ha sido graduado: y así, hay Bachelors of Science in Chemical Engineering, etc., etc. Un muchacho de medianas

aptitudes, y que haya empezado sus estudios en el límite de la edad admisible, según la reglamentación de la Universidad, es decir, a los 16 años, puede recibir su título de Bachiller entre los 20 o 21 años de edad.

Para apreciar la calidad de los estudios y determinar si ellos han sido satisfactorios, se hacen interrogaciones periódicas durante el curso del "term", y se somete, además, al alumno a una prueba final. Las interrogaciones que tuvo la oportunidad de presenciar, se hicieron por escrito, y consistieron en resolver problemas relacionados con las materias pasadas en la clase. Los problemas se resolvían teniendo libros o apuntes a la vista. En la Escuela de Ingeniería de Michigan, se ha establecido, en cuanto a interrogaciones, lo que allá se denomina el "honor sistem", es decir, es cuestión de honor el que ningún alumno copie de su vecino lo que éste escribe. Cada uno resuelve sus problemas de acuerdo con su propio criterio, y según sus exclusivos conocimientos, siendo entonces las interrogaciones un reflejo fiel de lo que el alumno sabe. Es así como los alumnos trabajan unos al lado de los otros, resolviendo los mismos problemas; es así como el profesor, después de haber entregado los problemas, abandona la clase sin preocuparse de que los alumnos infrinjan este código del honor. Yo pude apreciar cómo este código se cumple rigurosamente.

La calificación de las interrogaciones y de la prueba final se hace por medio de notas, que van desde 0 a 4 (1). No puede pasar de un curso a otro un alumno con nota menor de 2; y hay una reglamentación bien rigurosa sobre el particular, que creo inútil reproducir aquí.

5.—Tengo entendido que la gran mayoría de los ingenieros norteamericanos llega sólo a Bachelor in Science; y es bastante dado que se han preparado dentro del marco de un sistema educacional muy especializado, el que les proporciona en cada rama los conocimientos necesarios para actuar en muy buena forma en la práctica de la vida. Es seguro que un ingeniero civil nuestro, que sale de la Universidad con una espléndida preparación general, no podrá actuar tan brillantemente como un ingeniero americano en la especialidad que éste domina y que la ha estudiado a fondo durante 2 o 2 1/2 años.

6.— El Bachelor of Science que desea aumentar sus conocimientos, puede graduarse también como "**Master of Science in Engineering**", para lo cual debe seguir un curso en la Especialidad que él elija, durante 2 terms, y además, desarrollar satisfactoriamente una tesis basada en una investigación de algún problema de Ingeniería, no aceptándose tesis puramente descriptivas. Las tareas del candidato a Master of Science se facilitan considerablemente por el hecho de poseer la Universidad espléndida

---

(1) También las notas se asimilan a letras. La nota 4 se asimila a una A, la 3 a una B, la 2 a una C, la nota 1 a una D y la cero a una E.

laboratorios, y por la circunstancia también muy importante, de que todo trabajo de investigación es moralmente estimulado por la Universidad, en la idea de que él puede propender al progreso general.

Existe también en la Universidad de Michigan, como en todas las de Estados Unidos, el título de Doctor, el cual es conferido sólo en reconocimiento de una marcada capacidad en algún campo de conocimientos. Hay sólo tres categorías de Doctores, que son: Doctor en Ciencias, Doctor en Filosofía y Doctor en Educación. Bajo estas denominaciones generales se incluyen en realidad el reconocimiento de aptitudes particulares en diversas materias, como ser: lenguas, filosofía, historia, ciencias políticas, física, química, ingeniería, medicina, etc.

Los candidatos tienen que trabajar bajo la dirección de un Comité especial. Una parte de las labores que debe realizar el futuro Doctor consiste en seguir ciertos cursos de instrucción en el campo elegido y en algún campo que tenga relación con el anterior. Además el candidato debe realizar una investigación que tenga relación con los estudios que practica, y está obligado a presentar el resultado de su investigación en forma de disertación. Es entendido que la investigación debe contribuir efectivamente al avance de los conocimientos y ser el resultado estricto de sus trabajos personales, aunque bajo la dirección del Comité al que antes nos hemos referido. Las exigencias para obtener el grado de Doctor son, pues, superiores a las que se piden de los que desean poseer el título de "Master".

Es interesante agregar que para optar al título de Doctor se exige, además, que el postulante, cuando quiere graduarse en Filosofía o Ciencias, sepa traducir correctamente dos idiomas, generalmente el francés y el alemán; y es condición previa, para recibir el título, el haber rendido satisfactoriamente un examen que manifieste su capacidad para traducir trozos literarios o de otra índole, de los idiomas indicados. Me fué dado observar, sobre este problema de los idiomas, que en la actualidad en Estados Unidos hay gran interés por aprender español, en forma que parece que nuestra lengua tiende a desplazar lentamente al francés de las aulas universitarias.

Si la disertación es aceptada por la Universidad, puede ella ser publicada, en parte o totalmente, sea en los libros, sea en revistas.

7.— Brevemente indicaré ahora las materias fundamentales estudiadas en algunas especialidades, de aquellas con las cuales estuve más en contacto:

En la especialidad denominada **Ingeniería aeronáutica**, se estudian los problemas que se refieren a los proyectos y construcción de máquinas que utilizan el aire como medio de soporte y transporte. Se incluye el estudio de la mecánica aerodinámica, se estudia la manera de proyectar las estructuras de todas las secciones de un avión y las máquinas de propulsión. El curso se hace en 9 semestres o "terms".

Indico a continuación algunas de las asignaturas especiales

profesadas: Aerodinámica general, Teoría de la aviación, Teoría y manera de proyectar los propulsores, manera de proyectar los aeroplanos, Aerodinámica experimental, Transporte por aire, Helicópteros o Autogiros, Mecánica de la resistencia de los flúidos, etc.

La **Ingeniería química** estudia el desarrollo y aplicación de procedimientos industriales en los cuales hay cambios físicos o químicos de los materiales que se emplean. El Ingeniero químico debe, en consecuencia, dominar todo lo relativo a los proyectos, construcciones y operaciones de equipos y plantas en los cuales se verifican los procesos a que nos hemos referido. Como las transformaciones de los materiales pueden realizarse por el color, evaporación, filtración, destilación, extracción, chancado de substancias, etc., es evidente que cualquier proceso manufacturero que tenga que ver con estas operaciones, cae dentro del campo de actividades del Ingeniero químico. Sus conocimientos están destinados a aplicaciones comerciales y es esto lo que lo distingue del químico.

Gran parte de lo que se ha dicho respecto del Ingeniero químico se aplica al **Ingeniero metalúrgico** (Ingeniero de Minas de Chile). La diferencia entre estas dos actividades reside en que el Ingeniero metalúrgico se prepara más bien para el estudio de metales y minerales; y así, cae dentro de su órbita de acción la extracción de los metales de los minerales correspondientes; su fusión, refinación, fabricación de aleaciones y su utilización en las varias industrias. Los cursos del Ingeniero químico o metalúrgico se hacen en 9 semestres.

Tan íntimamente relacionadas se consideran las especialidades de Ingenieros químicos y metalúrgicos, que los estudiantes pueden optar a los dos grados de Bachelors (químicos y metalúrgicos), mediante el agregado a sus respectivas especialidades de unas cuantas asignaturas suplementarias.

El **Ingeniero civil**, como su nombre lo indica, se ocupa del estudio de los problemas que se refieren a las construcciones civiles. Estudia, en consecuencia: topografía y geodesia; ingeniería estructural, en la cual quedan incluídos los problemas relativos a puentes, represas, muro de retención, etc., obras que obligan al conocimiento especial del acero, hormigón armado y madera; obras hidráulicas, incluyendo las de agua potable, irrigación, etc., transporte, incluyendo en cátedras separadas lo referente a ferrocarriles, caminos, vías fluviales, etc., Ingeniería sanitaria; Ingeniería municipal, etc.

En esta especialidad el estudiante puede elegir, si lo desea, lo que podríamos llamar una subespecialidad; es decir, puede tomar más horas en ciertas asignaturas, suprimiendo horas en otras. Al final de sus estudios puede ser Bachelor of Science in Transportation Engineering, por ejemplo, si ha elegido la subespecialidad de transporte, en los cuales quedan incluídos el estudio especial de caminos, ferrocarriles, el de tráfico, arquitectura naval, la aeronáutica, etc. Este curso se hace en 9 semestres, siendo que el curso ordinario se hace sólo en 8 semestres o terms.

## FINANCIAMIENTO VIAL

Por el Ingeniero don Héctor Escobar Terán.

**Antecedentes.— Métodos de financiamiento y fuentes de recursos.— Selección de las carreteras.— Gastos que demandan y beneficios o utilidades que producen las carreteras.— Legislación Financiera-Vial.— Carreteras pavimentadas.— Conclusión.**

### ANTECEDENTES. —

1).— El problema principal en el campo de la vialidad es, sin duda, el financiamiento. En su forma más simple, el financiamiento tiene por objeto la creación de rentas propias y permanentes para carreteras en cantidad suficiente para desarrollar un meditado plan de obras de caminos. Realizado este plan, debe ser posible utilizar el sistema de carreteras del país en forma permanente, a fin de que pueda proporcionar a sus habitantes un servicio de transporte seguro y económico. Por esta última razón, cuando se va tras la búsqueda de recursos para vialidad, debe tenerse presente que no solamente debe estar el país en aptitud de gastar una elevada suma de millones de pesos al año, y en un período de tiempo ilimitado, sino que ese país va a exigir, por lo menos, la retribución de esos mismos millones en forma de transporte económico y, en consecuencia, debe poseer una organización administrativa sólida y capaz de responder a esas exigencias.

Las dificultades financieras han sido siempre los tropiezos que han tenido las naciones al afrontar la construcción de su red básica o su sistema vial primario, debido a las enormes sumas que dichas construcciones requieren. La práctica, en general, ha sido buscar fuentes de recursos que permitan establecer contribuciones justas y equitativas donde correspondan, a fin de que hagan posible el desarrollo rápido y, por lo general, evolutivo de las carreteras del país. En las condiciones presentes, los países nuevos deben realizar grandes obras viales, no solamente para satisfacer las necesidades del tránsito motorizado actual, sino también para fomentar el desarrollo de diversas regiones y, además, incorporar otras zonas a la vida económica de la nación.— Descubrir el límite de estas construcciones, conjuntamente con su prioridad económica, es el fin primordial de los estudios financieros de caminos, procurando fijar un kilometraje razonable al sistema vial por mejorar, y estableciendo el orden en que esas mejoras deben realizarse.

En todas las obras de Ingeniería las cuestiones de orden financiero son de solución previa a las técnicas y a menudo las más difíciles de resolver.

Hasta la fecha, ningún país ha podido adoptar sistemas uniformes para la financiación de sus carreteras. Parece no existir el caso que, una red de caminos de alguna importancia, como veremos más adelante, se haya construido por el sistema de bonos o por medio de las rentas regulares de los fondos públicos. Cualquier plan comprensivo de carreteras requiere un estudio cuidadoso de las necesidades del tránsito y de los medios disponibles para satisfacer esas necesidades. Tampoco se puede aplicar una fórmula fija de financiamiento, como hemos dicho, en los trabajos de mejoramiento de una red, debido a las grandes variaciones que hay de un país a otro: existencia o número de vehículos motorizados en circulación; valuación de las tierras; distribución de la población rural y urbana; extensión de la superficie explotada y total, etc. Sin embargo, a pesar de la diferencia que hay entre los países en los conceptos enumerados, hay algunos principios generales que es posible aplicar a estas condiciones variables, y los cuales pueden llevarse a la práctica según ha demostrado la experiencia. Señalaremos estos principios en párrafo especial.

## **MÉTODOS DE FINANCIAMIENTO Y FUENTES DE RECURSOS.—**

2).— Los métodos principales de financiamiento que existen para pagar los costos de las obras y de los mejoramientos viales de un país, son dos: 1.o).— Pagar al contado, es decir, directamente, con las entradas o las asignaciones derivadas de las rentas propias de la Nación, y a medida que éstas se van obteniendo anualmente, y 2.o).— Pagar mediante empréstitos, por el sistema de emisión de bonos, cuyos servicios de intereses y amortización se hacen con los recursos provenientes de los impuestos o contribuciones para caminos. Dado el volumen de los gastos que demandan las carreteras de un país es difícil suponer que un sistema vial pueda o haya podido sufragar al contado sus gastos de construcción; el caso general ha sido la utilización de los dos métodos ya enunciados, y es por esta razón, que analizaremos con algún detalle el segundo de estos métodos.

Lo primero que corresponde decir es que sólo debe recurrirse a la emisión de bonos cuando las carreteras no alcanzan a construirse con fondos del erario público y, en este caso, la emisión no debe exceder a la suma estrictamente necesaria para la construcción de las obras señaladas. Además, es ya un principio financiero que los fondos provenientes de estas emisiones deben invertirse sólo en construcciones o mejoramientos de carácter permanente o duradero, dedicando al mismo tiempo una suma adecuada al pago de los intereses de los bonos y su amortización en un período prudencial, y procurando, desde el primer momento, asegurar su conservación mediante el incremento de las entradas ordinarias.

Es de interés fijar aquí, desde luego, las ventajas e inconvenientes que se argumentan a favor y en contra del método de construcción de carreteras por este sistema. Las principales ventajas de la financiación vial por medio del sistema de bonos serían:

1.o).— La elaboración racional o inmediata de un plan de aquellos caminos que económicamente necesitan mejorarse, y la posibilidad de impulsar las obras hasta su pronta terminación.

2.o).— Las rentas ordinarias, siendo de poco monto, pueden capitalizarse creando entradas adicionales que ayudarán al pago de la deuda contraída con motivo del planeamiento. Debe tenerse presente, sin embargo, que el procedimiento de capitalizar los impuestos sobre los vehículos motorizados por medio de bonos, solamente ha podido ponerse en práctica en los EE. UU. en los últimos años, o sea, cuando el volumen del registro de vehículos aumentó lo suficiente para hacer posible tal procedimiento. Asimismo, se ha justificado la emisión de bonos a base del impuesto a la propiedad, particularmente en el período de su desarrollo.

3.o).— La economía que se obtiene con los caminos mejorados en el costo de operación de los vehículos motorizados compensa el pago de los intereses sobre los bonos, siempre que el número de estos vehículos sea apreciable y sobrepase una cifra que es posible determinar a priori para cada tipo de pavimento.

4.o).— El pago de las obras puede dividirse más equitativamente entre los actuales y futuros beneficiarios. Los caminos con pavimento de tipo superior que, por lo general, resultan de un alto costo, tienen una duración que es mayor de 20 años. Estas mejoras en justicia, no pueden ni deben pagarse con las contribuciones de un solo año; la equidad exige que se extiendan estos costos sobre una buena parte, sino sobre toda la vida del pavimento o mejora.

5.o).— Los caminos mejorados producen entradas en exceso de las deudas que crean; elevan el rendimiento del impuesto sobre la gasolina y disminuyen el costo de conservación anual.

Las objeciones que se hacen al sistema de las emisiones de bonos se basan en que con este dinero se construyen generalmente pavimentos de alto costo y que, dada la forma sencilla como se contrae una elevada deuda, en cambio se hace difícil su liquidación debido a su largo plazo. Finalmente, se dice que el interés que ganan los bonos es dinero que se deprecia y se agrega al costo de las mejoras. Sin embargo, en donde el Estado puede obtener dinero prestado a tipo menor que el particular, es decir, el contribuyente, los bonos viales reducen, en realidad, el costo de las obras de las carreteras. Por otra parte, puede decirse que existen dos desventajas inherentes a la financiación de carreteras con los ingresos ordinarios; en el primer caso, el Estado reconoció demasiado tarde la responsabilidad que le correspondía en la construcción de un sistema nacional de caminos, para poder alcanzar progresos adecuados con sólo los ingresos ordinarios que tiene a su disposición; en el segundo caso, se argumenta que los caminos primitivos se construyeron para un tránsito enteramente distinto del que hoy día soportan y cabe, en consecuencia, al Estado proceder a su reconstrucción inmediata.

3).— En un trabajo que publicamos en los Anales del Instituto de Ingenieros, en el año 1929, señalábamos las diversas fuentes de recursos para caminos, que hace 15 años utilizaban los países

con mayor frecuencia para el financiamiento de sus redes viales. Naturalmente, son diversos los criterios en el orden impositivo, y de ahí que resulten variables los aportes de cada fuente de recursos. Además, estos criterios han cambiado algo en el transeurso de los últimos años. En Inglaterra, por ejemplo, las carreteras se pagaban hasta antes de la 2.ª guerra mundial con fondos que provenían de dos fuentes principales: a). Gravamen local impuesto sobre el valor anual de la propiedad ocupada o productiva, y b). Subvenciones del Gobierno Nacional con fondos derivados de quienes usan los caminos y de los contribuyentes en general. La jurisprudencia en los Estados Unidos, en materia de contribuciones, establece que las cargas deben ser aplicadas a los usuarios en proporción de los servicios prestados. Aplicando este principio de justicia impositiva a las carreteras, tendríamos que las cargas que origine el servicio de carreteras deben ser aplicadas a los usuarios de estas vías, y en proporción razonable al monto de los beneficios recibidos por cada usuario. En cuanto a los gastos de primer establecimiento, las construcciones de caminos, o las pavimentaciones, en los EE. UU. se hacen incidir sobre los usuarios, sin perjuicio de distribuirlas en varios períodos económicos mediante la realización de empréstitos. Así, por ejemplo, las rentas derivadas de los impuestos a los vehículos motorizados, se usan principalmente para la conservación regular y, en muchos casos, para el pago de intereses y la amortización de bonos emitidos para la construcción de carreteras. Los derechos de matrícula o registro de los vehículos automotores y los impuestos sobre la gasolina se consideran como los medios de obtener la contribución de quienes usan las carreteras en reemplazo del antiguo régimen del peaje.

4). — En vista de la escasa población y el menor número de vehículos motorizados en circulación, nos interesa conocer el criterio sustentado a este respecto en algunos países de Centro y Sudamérica; por esto, haremos una pequeña reseña de los impuestos o contribuciones que se aplican en la República Argentina, en la República Oriental del Uruguay y en la República de México.

En la República Argentina, mediante la Ley Nacional de Vialidad, el Estado, como primer beneficiado, debe aportar como mínimo una cuota anual de 10 millones de pesos m/n argentina, para la formación del "Fondo Nacional de Vialidad", esta imposición se basa en los beneficios de orden general que las carreteras proporcionan a la colectividad. Las empresas ferroviarias, para la atención de los caminos de acceso a las estaciones, deben destinar el 3% del producto líquido; los propietarios de los terrenos contiguos deben pagar el producto de la tasa por contribución de mejoras a la tierra rural en los territorios nacionales beneficiados por los caminos que se han mejorado. Las cargas directas que se aplican a los usuarios de las carreteras son las siguientes: impuestos a los combustibles líquidos; impuestos a los lubricantes para motores; pago de patentes o licencias de circulación de vehículos, e impuestos a las empresas de transportes para carreteras. La Ley Nacional de Vialidad autorizó la emisión de "bonos de obras de vialidad"

hasta 200 millones de pesos m.n. argentina, los que deberían ser servidos con los recursos de la propia ley, y ellos se destinan a la construcción de caminos; la ley establece expresamente que con estos fondos no pueden hacerse obras de conservación vial. Estos bonos serán títulos de la deuda pública y no podrán ser colocados a un tipo inferior al 90% ni a un interés mayor del 6% anual.

En México, al abordar el problema de la construcción de caminos simultáneamente a la construcción de organismos que se encargaran de estudiarlo y resolverlo en su aspecto técnico, se buscaba la solución de carácter económico que permitiera disponer de los fondos necesarios para llevarlo a cabo. Se resolvió, entonces, crear un impuesto especial a la gasolina. Posteriormente, cuando las necesidades viales se hicieron mayores, se pensó en la necesidad de recurrir al crédito, autorizándose una emisión de bonos con la garantía del impuesto al consumo de gasolina. Hasta hoy día se han lanzado bonos por valor de 164 millones de pesos mexicanos, de los cuales se han amortizado 74 millones.

En la República del Uruguay, en el año 1940, sobre la base de un estudio de Ley Orgánica de Vialidad, cuyo autor es el Ingeniero don Agustín Maggi, el Poder Ejecutivo nombró una Comisión especial con el objeto de que se abocara a dicho estudio y presentara un nuevo proyecto al Gobierno; de este proyecto, que más adelante volveremos a considerar, analizaremos lo relacionado con las fuentes de recursos posibles que en él se establecen para resolver el problema vial uruguayo. Desde luego, el proyecto va tras la formación de un "Fondo Nacional Permanente de Vialidad" destinado exclusivamente al estudio, proyecto, construcción, reconstrucción, mejoramiento, conservación e integración y reparación de carreteras. Este Fondo Nacional estará integrado: a). Por dos millones de pesos moneda nacional uruguaya que aportará el Estado de sus rentas generales, por los beneficios de orden económico, social y de seguridad que recibe por los buenos caminos; b) Los usuarios de los caminos pagarían: un impuesto adicional por litro de nafta; un impuesto, por cada kilo de gas-oil; un impuesto por kilo de peso a las cámaras y cubiertas para vehículos; una patente adicional anual a la circulación y un impuesto de 10% sobre el valor de los pasajes para transporte de pasajeros en común por medio de autobuses, cuando el recorrido se haga parcial o totalmente en un camino nacional. El proyecto crea un impuesto de zonas de influencia, el que se aplicaría a todas las carreteras construídas o por construirse, comprendida dentro de la red de caminos nacionales. Crea para cada uno de los Departamento de la República, con excepción del de Montevideo, impuesto a la propiedad inmueble, cuyo producido se destinaría a la realización de obras en los caminos departamentales; este impuesto sería de uno por mil sobre la propiedad rural, y un impuesto anual de frente que se aplicaría por hectárea de terreno a toda propiedad que dé frente a toda carretera departamental. Finalmente, el Poder Ejecutivo quedaría autorizado para emitir títulos de Deuda Pública denominados "Bonos de Obras de Vialidad", hasta por la suma de cuaren-

ta millones de pesos moneda nacional uruguaya, a razón de un máximo de 4 millones por año; el producido de la venta de estos títulos se destinaría exclusivamente a la construcción de nuevas carreteras dentro de la red de los caminos nacionales. Estos títulos se colocarían a un tipo superior al 90% y gozarían de un interés de 5% y de 1% de amortización acumulativa.

5).— Como se ve, el sistema financiero que persiguen o procuran seguir los países Centro y Sudamericano, se basa en la utilización de los dos métodos que hemos expuesto; crear ante todo un fondo nacional suficiente que permita poder responder a los gastos que demandarán las mejoras de carácter más urgente y su conservación, y al mismo tiempo emitir bonos para realizar obras de carácter permanente dirigidas a la construcción de la red básica de todos los caminos nacionales, utilizando para ello todos los recursos que afectan directa o indirectamente a las carreteras. Observemos que la emisión y negociación de títulos para obras de vialidad no constituyen, en rigor, una fuente de recursos; sino un anticipo de ellos, un préstamo que debe pagarse con los recursos efectivos de las entradas ordinarias o especiales provenientes de los impuestos o contribuciones. Aún cuando, seguramente, no exista un sistema ideal de impuestos de posible adopción universal para carreteras, hay factores que probablemente son esenciales al confeccionar un buen plan. La mayor variedad posible de contribuyentes, es un factor que siempre se aconseja y, en consecuencia, el área sobre la cual el impuesto se aplique debe ser tan extensa como sea posible. Los impuestos generales, sean nacionales, locales o combinados, según el sistema de administración vial, deben contribuir con una parte substancial de los costos; los propietarios de tierras, en cualquier caso, contribuirán para los caminos nacionales en razón del beneficio que reciben, y los usuarios deben pagar el resto mediante un sistema flexible de gravámenes.

Repétemos: las emisiones de bonos en el mejoramiento y construcción de carreteras, son aconsejables para la mayoría de los países, que debido a la falta de recursos inmediatos y adecuados se verían incapacitados para llevar a cabo la pronta terminación de las redes viales, y se justifican, también, por el carácter de inversión que representa el mejoramiento vial, del cual, como lo muestra la experiencia, pueden esperarse crecientes entradas en la forma de impuesto para quienes usan las carreteras. Naturalmente, estas emisiones deben ir acompañadas de su financiación previa, pues, de lo contrario, el incremento anual de los recursos viales, antes de pocos años, lejos de aumentar, disminuirían en forma rápida debido al servicio de intereses. Una vez que ha desaparecido la urgencia de acelerar estas obras, deberán suspenderse las emisiones de bonos y continuarse el plan bajo el método del pago al contado con los recursos ordinarios o regulares.

#### **SELECCION DE LAS CARRETERAS.—**

6).— Para facilitar y limitar el financiamiento de una red hay necesidad de determinar la extensión de los mejoramientos

viales. La operación de la limitación, es decir, la selección del número de kilómetros de caminos que deberán mejorarse resulta siempre un trabajo técnico bastante arduo. Para obtener los datos necesarios del planeamiento vial hay necesidad de efectuar un estudio completo, detallado y comprensivo de las diversas zonas del país, cuyos caminos deben mejorarse. Este estudio comprende, en primer lugar, un inventario de todos los caminos rurales incluyendo la población que da servicio a cada camino; determinación del tránsito probable en cada tramo de un camino; estudio de la duración de los pavimentos; informe completo sobre las finanzas camineras nacionales, provinciales, departamentales y comunales, etc.

La operación de selección de la red básica debe contemplar, en la mejor forma posible, las conveniencias nacionales, dejando aparte toda otra consideración. En cuanto al límite de su longitud o número de kilómetros a que alcanzarán las nuevas construcciones, éstas tendrán una magnitud equivalente al kilometraje que el país esté dispuesto a conservar indefinidamente. Sin embargo, se toma como guía para determinar la clase y extensión de los mejoramientos viales cierta clasificación previa que debe hacerse de las carreteras, de acuerdo con las características de su tránsito, indicándose de ésta su origen, destino e importancia; esta clasificación correspondería a los tres grupos siguientes: caminos de uso general, caminos especiales y caminos locales.

Naturalmente, el primer paso que debe darse en la selección, es establecer las carreteras troncales que deben mejorarse dentro del sistema de los caminos nacionales; este sistema se limita, primero, a un cierto porcentaje de la longitud total de los caminos existentes que hay en la zona o provincia que se está considerando; después deben proyectarse las rutas principales que enlazan las grandes ciudades con la red básica hasta completar el porcentaje que se ha fijado, estableciendo una red continua que alcance, si es posible, a todo el país. La prioridad en los trabajos quedará indicada por los estudios de tránsito que se realicen previamente.

La determinación de las prioridades de orden económico dentro de la economía vial constituyen, como sabemos, de por sí un problema bastante complejo. Cuando se trata de fijar dentro de una zona el orden de preferencia en que deben realizarse las obras de mejoramiento o construcción vial; o bien, cuando se debe proceder a elegir rutas y señalar en qué proporción los usuarios deben costear el valor de la construcción, en tales casos, debe procederse con criterio técnico para no caer en el vicio de establecer las prioridades por simple apreciación. En estos casos, se recomienda el método usado en los EE. UU., desde 1938, que se denomina "Principio de utilidad de los caminos", que resuelve el problema en forma completa. En otros casos, cuando se trata de formular un plan de inversión de fondos confeccionando, al efecto, una lista de diferentes caminos, cuyas lista no puede contener la totalidad de los caminos, por no alcanzar los recursos de que se disponen, conviene hacer intervenir un coeficiente de preferencia que permita colocar en orden los caminos de dicha lista. Este coeficien-

te de preferencia se establece corrientemente a base de la capacidad productiva de la zona.

No podemos dejar de considerar el hecho de que, en los países sudamericanos, los caminos nuevos de fomento y penetración, siendo en muchos casos de carácter urgente, tienen que quedar al margen de la financiación equilibrada o compensada que estamos considerando, debiendo, en consecuencia, el Estado, para estos caminos, planear un sistema escalonado de construcciones y realizarlas con sus propios recursos. También, debemos anotar la experiencia de otros países en el sentido de preparar la opinión pública, mediante la educación vial, respecto de la magnitud de la obra que va a realizarse, y su tiempo de duración, con el fin de evitar después aplazamientos o interrupciones de las obras, que serían funestas para el Estado, desde el punto de vista financiero.

Finalmente, conviene establecer esta diferencia que ya hemos señalado entre las carreteras que forman parte del planeamiento financiero equilibrado, y las que deben construirse por razones urgentes de fomento o seguridad nacional; conviene no olvidar que para las primeras rige el axioma tantas veces repetido: "no deben gastarse en la mejora de ningún camino fondos del erario público mayores a la capacidad productiva de dicho camino, y que el público recibe en forma de transporte económico". Más adelante explicaremos con detalle este punto. En cuanto a las segundas, es decir, las carreteras especiales de fomento y penetración, son en ciertos casos tan imperiosas las necesidades de su construcción que, como ya hemos dicho, corresponde al Estado abocarse al problema de realizar estas obras con sus propios recursos.

#### **GASTOS QUE DEMANDAN Y BENEFICIOS O UTILIDADES QUE PRODUCEN LAS CARRETERAS. —**

7).— Es un principio de Economía Vial que el costo de construcción y conservación de los sistemas viales deben distribuirse en forma equitativa a los beneficios que se derivan de ellos. Estos beneficios aprovechan a los que usan los caminos, a las propiedades que sirven los caminos y a los grupos directa o indirectamente beneficiados: ferrocarriles, industriales, agricultores, mineros, etc. Con el objeto de distribuir los costos en relación a los beneficios, las carreteras se dividen entre aquellas que usa el público motorista en general, y aquellas que prestan un servicio puramente local y de paso. Los impuestos a los vehículos motorizados se crean y destinan exclusivamente para el mejoramiento y conservación de las carreteras usadas por el público en general; los caminos de interés regional que satisfacen necesidades locales se financian en los EE. UU. con las rentas locales provenientes de los impuestos a la localidad.

En la construcción de las obras viales no es posible aplicar el criterio a que se someten las obras de explotación comercial. En efecto, para el cálculo financiero de la inversión de un capital es regla general económica tener en cuenta el interés del capital o su renta común; pero los fondos para caminos no pueden ser con-

siderados como un capital disponible para realizar a elección una operación comercial cualquiera, por cuanto ese fondo está destinado sólo a mejorar, conservar o construir obras viales. En resumen, los fondos para caminos no están destinados a percibir una renta directa e inmediata, como lo son las obras de carácter comercial o industrial. Sin embargo, es distinto el caso de la construcción, o de la pavimentación de caminos con el producto de emisiones de bonos que devengan intereses, y cuyo servicio debe ser atendido con fondos viales, intereses que, naturalmente, recargan el costo de las obras en un cierto porcentaje, según el número de años que éstos deben servirse.

Para la determinación de los costos, desde el punto de vista financiero que estamos considerando, o sea, los aportes que deben efectuar los contribuyentes, el costo total anual  $C_e$  de explotación de una carretera involucra, en primer término, el costo de construcción  $A$ , es decir, el valor de la ejecución de la obra; después vienen los gastos del servicio de la carretera: el costo de conservación anual  $C_v$ ; los trabajos extraordinarios de reparación y mejoramiento  $D$ , que se realizarán durante el número  $N$  de años que corresponderán al período de vida económica de la carretera y, finalmente, el valor residual  $R$  de la carretera, al final de su vida económica. El costo anual  $C_e$  de explotación tiene, entonces, el siguiente valor:

$$C_e = \frac{A - R}{N} + C_v + \frac{D}{N}$$

en el cual el cociente  $\frac{D}{N}$  expresa el promedio anual de los gastos

de reparación y mejoramiento, y la diferencia  $A-R$ , expresará la depreciación total de la carretera durante su vida económica, y el

cociente  $\frac{A-R}{N}$  la depreciación media anual.

Debemos hacer notar que los valores indicados corresponden a la unidad de longitud de la carretera, es decir, por kilómetro. Como se vé, en la ecuación anterior, la carretera representa un capital que disminuye de  $A$  hasta  $R$  durante un período de  $N$  años. Para colocarlos en las condiciones de explotación de las carreteras, debemos considerar el tránsito medio anual realizado sobre el kilómetro de la carretera que estamos estudiando. Si designamos por  $T$  el número de los vehículos/kilómetro y  $C_o$  el costo de operación de un vehículo/kilómetro, se tendrá un que  $T \times C_o$  medirá los gastos anuales de operaciones de tránsito.

En resumen, se puede establecer mediante una fórmula bastante sencilla el costo anual  $C_e$  de explotación de un km. de carretera:

$$C_e = \frac{A - R}{N} + C_v + \frac{D}{N} + T \times C_o \quad 1)$$

Analizaremos la ecuación 1). Por lo general, el Estado realiza por su cuenta los gastos A, C<sub>v</sub> y D, que son los gastos que permiten mantener en tránsito permanente la carretera; los gastos directos de operación T x C<sub>o</sub> son sufragados por los que utilizan la carretera, es decir, por los usuarios. El valor N es una cifra que se conoce por la experiencia, y él se fija de acuerdo con el plazo normal de duración del pavimento del camino, y que corresponde al tiempo durante el cual este pavimento debe presentarse en buenas condiciones de aspecto y tránsito. Los valores de T y C<sub>o</sub> son dados por la observación y la experiencia. El capital que repre-

senta la carretera durante su vida económica es:  $\frac{A + R}{2}$ . Cuando

el Estado efectúa la obra por bonos o mediante empréstitos, debe considerar que estas operaciones devengan interés, cuyo servicio debe ser atendido con fondos viales, los cuales, lógicamente, recargarán el costo de las obras en el período de años que durará este servicio. Ahora, si designamos por  $i$  la tasa de interés

anual, podemos establecer que  $\frac{A + R}{2} \times i$ , será el interés me-

dio anual del capital representado por la carretera, y que habría que agregar en la ecuación 1)

El Estado paga anualmente el interés de los títulos más la cuota de amortización, a fin de que al cabo de un cierto número de años, los títulos sean retirados de la circulación. Si el interés es de 5 o/o y la amortización de 1 o/o, al cabo de 33 1/2 años el capital ha sido amortizado totalmente y el dinero invertido por el Estado a este efecto es el de 6 o/o durante 33 1/2 años, o sea, al final el 201 o/o. En estas condiciones, el costo inicial de construcción de cada tipo de pavimento debe ser considerado prácticamente duplicado.

No es recomendable, como ya lo hemos dicho, distraer el producido de un empréstito para atender obras de mejoramiento o de conservación de carreteras, sino que este dinero debe emplearse exclusivamente en la obra inicial, es decir, en la obra básica, incluyendo el pavimento. Esta inversión se recomienda que incida sobre varias generaciones; pero, no así los gastos de explotación de la carretera (mejoras y conservación), los que deben ser pagados por la generación que desgaste las obras y el pavimento, y a la medida que ésto suceda.

Es corriente no considerar un interés compuesto o acumulativo del capital representado por el producido de la emisión de títulos, sino un interés simple, puesto que éste es, en realidad, el desembol-

so que hace el Estado para pagar la renta al tenedor del título, y, por lo tanto, este desembolso adicional es lo que recarga el costo de cada tipo de pavimento.

No hay una fórmula fija que determine la proporción de los costos totales de las carreteras de uso general. Sin embargo, los EE. UU. recomiendan que, en los países donde los ingresos por impuestos a los vehículos motorizados sean insuficientes para atender a los costos de conservación de tales caminos, como es el caso de Chile, tales fondos deben aplicarse, primero, a la conservación de las carreteras principales. En el caso de que los ingresos sean suficientes, el superávit que hubiere después de hecha la conservación, debe usarse para la reconstrucción o mejoramiento de estas carreteras principales. Si las entradas de estos impuestos siguieren aumentando, convendría utilizar parte del superávit en pagar los costos de las emisiones de bonos, a fin de acelerar la construcción de carreteras.

8) El Estado, al construir una carretera, realiza una obra pública en beneficio de la colectividad y, es lógico, que este beneficio esté en relación con la magnitud del fondo aportado por el Estado. Después de un cierto número de años, que es igual a lo que se denomina "la vida económica", el fondo que ha invertido el Estado en la carretera debe haber quedado compensado con el beneficio recibido por la colectividad durante ese período. Esta compensación o equilibrio debe alcanzarse con todas y cada una de las carreteras de un sistema de caminos, para poder afirmar que el sistema construido o mejorado fué bien concebido desde el punto de vista financiero.

Las utilidades que producen las carreteras son directas e indirectas: las primeras son las que reciben los usuarios; las segundas benefician en forma indirecta a los grupos o entidades que señalábamos en un párrafo anterior. Los usuarios son las personas o entidades que utilizan las carreteras por sus propios medios de transporte, o bien, pueden ser acarreadores o empresarios que, mediante retribuciones efectúan para terceros los servicios de transportes. Se distinguen, por lo general, tres tipos de acarreadores en los caminos: 1.o) los acarreadores comunes, que son aquellos que efectúan transportes sobre los caminos, aplicando tarifas previamente establecidas para todo el público; 2.o) los acarreadores contratados, que efectúan transportes por medio de contratos especiales con los cargadores; y 3.o) los acarreadores privados, que efectúan el transporte de sus propios pasajeros o mercaderías.

Si consideramos los conceptos clásicos de la Economía Política, tendremos que convenir que los transportes para carreteras se rigen por las leyes de la oferta y la demanda. Es posible y es sencillo avaluar gráficamente las utilidades directas que perciben estos tres tipos de acarreadores para un camino determinado, conocidos los precios unitarios y las cantidades de transporte. Considerando en conjunto, los acarreadores que mediante retribución realizan para terceros servicios de transporte, las personas que

realizan transportes con elementos propios, se puede establecer que de la utilidad total que produce por el transporte la carretera, las siguientes corresponden a las utilidades directas: a) Diferencia entre los valores asignados a los transportes por los demandantes y los precios cobrados por los acarreadores. b) Diferencia entre los valores que se asignan a quienes emplean sus propios medios de transportes y los costos de realización de los mismos; c) Ganancia o utilidad mínima de los acarreadores, sin la cual éstos hubieran desistido de efectuar los transportes; d) Ganancia especial suplementaria de los acarreadores que ejecutan sus servicios en condiciones más favorables que el acarreador común o necesario.

Los beneficiarios indirectos de las carreteras son las personas o entidades que perciben las utilidades indirectas de estas vías de comunicación. Entre estos beneficiarios debemos incluir, en primer lugar, a aquellos que mediante su trabajo, industria o comercio, contribuyen a la realización de los transportes por carreteras, por ejemplo, los vendedores de nafta, lubricantes, repuestos, etc. Otro caso de utilidad indirecta será el incremento anual que experimenta el valor de la hectárea de terreno como consecuencia de la construcción o mejoramiento de la carretera circunvecina. Los ferrocarriles son beneficiarios indirectos de la construcción, mejoramiento y mantenimiento de los caminos de acceso a sus estaciones. A este respecto, cabe señalar que en la República Argentina, se estimó tan importante el aporte con que las vías camineras contribuyen al incremento del transporte ferroviario que, la Ley 5,315, denominada Ley Mitre, estableció "que el importe del 3 o/o del producto líquido de las empresas ferroviarias será aplicado a la construcción y mantenimiento de los puentes y caminos ordinarios de los municipios o departamentos cruzados por la línea, en primer término, de los caminos que conduzcan a estaciones, y en proporción a la extensión de vías de cada provincia".

De lo expuesto en el párrafo que consideramos se deduce, finalmente que, la construcción de una carretera, desde el punto de vista financiero, se justificará cuando la suma de las utilidades directas e indirectas anuales sea igual o mayor que el costo anual  $C_e$  de explotación de la carretera, y que el tipo más conveniente de calzada, desde el punto de vista de la economía, será aquel que origine un mínimo de gastos de construcción y explotación, o sea, un valor mínimo de  $C_e$ , dentro de las condiciones establecidas en la ecuación 1).

### LEGISLACION FINANCIERA VIAL

Creemos de interés, dentro del estudio expositivo que estamos realizando, analizar la legislación financiera vial de algunos países, incluso la nuestra, a fin de poder comparar los diversos criterios que han adoptado los legisladores de algunas Repúblicas Sudamericanas. Expusimos ya, cuando tratamos de los métodos de financiamiento y fuentes de recursos, la política seguida al respecto en la República Argentina, México y República del Uruguay; ahora

queremos referirnos al aspecto financiero propiamente tal, y su comparación con la Legislación Chilena.

9) **Legislación Argentina.**— En la República Argentina, la ley autoriza a la Dirección Nacional de Vialidad para proyectar la red troncal de caminos nacionales y sus ampliaciones. Establece que el 60 o/o del fondo Nacional de Vialidad se destinará a los caminos nacionales, y este 60 o/o se invertirá, previa deducción de los gastos de administración, servicio de títulos y recursos para conservación de los caminos, en la siguiente forma: 20 o/o en proporción a la superficie; 40 o/o en proporción a la población y 40 o/o en proporción al consumo de nafta. En los territorios nacionales donde se construyan calzadas de tránsito permanente, el Poder Ejecutivo fijará la proporción y distribución de la contribución de mejoras con que deben participar las propiedades territoriales beneficiadas ajustándose a las siguientes normas:

a) Dos años después de librados los caminos al servicio público se procederá a establecer el mayor valor recibido por las propiedades territoriales, mediante una revaluación de las mismas, excluidas las mejoras. Esta valuación se hará por unidades de superficie imponible hasta 5 Km. a cada lado del camino. Todas las propiedades que hayan recibido un mayor valor contribuirán al pago de la obra efectuada con una suma no inferior al 65% del mayor valor recibido por cada una.

b) La contribución de mejoras a las propiedades territoriales se cobrará en cuotas anuales, de manera que el importe total con sus intereses quede cancelado en el término de 10 años, debiendo la Dirección Nacional de Vialidad asegurar la transitabilidad permanente de los mismos durante dicho período.

c) El contribuyente que pagare al contado gozará de un descuento de 10%.

El Decreto reglamentario de la Ley dispone que la contribución de mejoras que deberán imponer las provincias podrá consistir en un porcentaje similar al establecido en la letra a) y no inferior al 40% del costo de la obra. De donde se deduce que el impuesto nacional, para Territorios Nacionales, debe basarse en la plusvalía de las propiedades, y éste no debe ser inferior al 40% del costo de la obra. Por otra parte, como el impuesto es aplicable a las propiedades beneficiadas por caminos pavimentados, puede prácticamente fijarse el impuesto directamente sobre el costo de la obra.

Conviene hacer notar aquí algunas de las disposiciones que han establecido las leyes de mejoras aprobadas en las distintas provincias de la República Argentina. En la provincia de Entre Ríos, por ejemplo, se estableció por Ley 2,936 que, cuando la provincia construya caminos afirmados de tránsito permanente, los propietarios linderos abonarán el 50% del mayor valor adquirido por la tierra, como contribución de mejoras. Las zonas de influencia serán hasta los 3.000 mts.; los primeros 500 m. de ancho

deberán abonar el 50% del total de la contribución de mejoras; los 1.000 m. siguientes el 30%, y los 1.500 m. últimos el 20%. La contribución se cobrará en 10 cuotas anuales; el contribuyente que pagare al contado tendrá 20% de descuento. Quedan eximidos del pago de contribución los propietarios de tierras que no pudieren aprovechar el camino construido. Los propietarios que donaren fracción de tierras para la apertura, construcción y ensanche de caminos quedarán exentos de la contribución de mejoras hasta la concurrencia del valor de lo donado.

Como ya lo hemos dicho, la base principal del impuesto nacional para caminos, lo forma en la República Argentina el impuesto a la nafta de \$ 0.06 m/n. por litro. Este impuesto debe regir durante 15 años. En la Ley Nacional de Vialidad se estableció que las provincias, al acogerse a la Ayuda Federal para Caminos, se comprometían a no gravar la nafta con "un impuesto provincial" mayor de \$ 0.02 m/n. por litro. En esta forma, el gravamen total por litro, en provincias acogidas a la Ayuda Federal es de \$ 0.08 m/n. por litro. El sistema del impuesto a los combustibles tiene la ventaja muy importante que, a mayor construcción de caminos, mayor producido de impuesto, lo que, a su vez, permite acelerar más todavía la construcción de caminos. Por otra parte, y haciendo abstracción del importante hecho de que en la República Argentina, al aplicarse el impuesto a la nafta, disminuyó el valor del precio de venta al público, la utilización de vehículos motorizados sobre caminos pavimentados se traduce en una economía en los gastos totales de utilización de los mismos vehículos sobre caminos de tierra, y que ha sido estimado en la República Argentina en \$ 0.05 m/n. argentina, por Km. para el automóvil de pasajero de tipo común y de \$ 0.12 m/n. por Km. para un camión de 3 1/2 toneladas. Estas economías de por sí cubren el impuesto a la nafta consumida en un kilómetro de recorrido. En efecto, para un automóvil de pasajeros el consumo de nafta puede estimarse en 0.15 litros por kilómetros, y para un camión de 3 1/2 toneladas en 0.22 litro Km., que dan un valor de impuesto de \$ 0.06 m/n. por litro de \$ 0.009 y de \$ 0.013 por Km.

**10) Proyecto de Legislación Uruguayo.**—El proyecto de ley uruguayo a que ya hemos hecho referencia en el párrafo 4) procura cambiar el actual régimen financiero vial en el Uruguay, ya que si en esa República todos los impuestos que gravan el tránsito por calles y caminos se invirtieran en obras de vialidad, sería posible financiar un plan de vasta extensión, según se expresa en el estudio que estamos considerando. En efecto, en el Uruguay, los usuarios de los caminos pagan anualmente unos \$ 7.800.000.— m/n. uruguayo, y sólo van a vialidad unos \$ 2.100.000.—; cada vehículo automotor pagaba en 1940 unos \$ 200.— m/n. anualmente, cantidad que, si se quiere, es apreciable.

La contribución por zonas de influencia a que anteriormente

aludimos, se aplicaría a todas las carreteras construídas o por construir dentro de la red de los caminos nacionales sobre la base de un "impuesto anual de frente"; por cada metro de frente se pagaría el cuociente que resulta de dividir por dos mil el valor del aforo para el pago de la contribución inmobiliaria, de una hectárea de terreno, exceptuadas las mejoras. Además, habrá un recargo en la contribución inmobiliaria que se calculará sobre el valor del aforo fijado para el pago de dicho impuesto, y se aplicará en la forma que se indica a continuación, a todas las propiedades que den frente a una carretera nacional, o que sin dar frente a ella, se encuentren, de la misma, a las siguientes distancias medidas sobre caminos o carreteras de acceso:

Recargo sobre el aforo	Distancia sobre caminos o sendas naturales de acceso	Distancia sobre carretera o camino mejorado normalmente transitable en toda época del año
2 por mil.	Entre 0 y 3 Kms.	Entre 0 y 6 kilómetros.
1,5 por mil.	Entre 3 y 6 Kms.	Entre 6 y 10 Kms.
1 por mil.	Entre 6 y 10 Kms.	Entre 10 y 20 Kms.

El producido total de los impuestos que se establecen en este artículo se destinará como contribución a la conservación y transformación de las obras comprendidas dentro de la red de caminos nacionales. El impuesto se haría efectivo tan pronto como se inicien los trabajos.

El impuesto a la propiedad inmueble, cuyo producido se destinaría a la realización de obras en los Caminos Departamentales, sería de uno por mil sobre el valor del aforo, para el pago de la misma, a toda propiedad rural del Departamento. Además, un impuesto anual de frente que se aplicaría a toda propiedad que dé frente a toda carretera departamental, y que consistiría, para cada uno de los dos frentes, y por cada metro de frente, en el cuociente de dividir por dos mil quientos el valor del aforo para el pago de la contribución inmobiliaria, de una hectárea de terreno, exceptuadas las mejoras. Este impuesto se considerará como contribución a la conservación de dichas carreteras, y se aplicará, siempre que a juicio de la Dirección Nacional de Vialidad, se mantenga en buen estado de conservación. Se exceptúan de este impuesto las propiedades que den frente a una carretera de la red nacional.

El proyecto de ley a que estamos refiriéndonos limita en 1% como máximo la contribución inmobiliaria por el concepto de mejoras y establece, a su vez, la inversión y distribución que se dará al Fondo Nacional de Vialidad. Nos interesa preocuparnos de este último punto. Los caminos quedan clasificados en nacionales, departamentales y vecinales para el objeto de la distribución e inversión de los recursos. Para la realización de las obras en los "caminos nacionales" se destinan los 2/3 del fondo de vialidad,

deducidos los sueldos y gastos generales, el producido íntegro del impuesto sobre zonas de influencia en carreteras nacionales, y los recursos derivados de la venta de títulos hasta completar la suma de cuarenta millones. Para la realización de las obras en "caminos departamentales" se destinará 2/9 del fondo de vialidad y el producido íntegro de los recursos sobre la propiedad rural e impuesto de frente para carreteras departamentales del Departamento respectivo. A los "caminos regionales" se destinará 1/9 del fondo de vialidad; como esta cantidad representa sólo el 50% del valor de las obras, el otro 50% se obtendrá por contribución municipal o vecinal.

La distribución de los recursos por Departamentos, y que corresponden a 1/3 del fondo de vialidad, se distribuirán en la siguiente forma: 40% en proporción al número de ciudadanos inscritos y hábiles para votar. 40% en proporción al aforo de la propiedad rural, que en cada Departamento se aplica para el pago de contribución inmobiliaria. 20% en proporción a la superficie de la propiedad rural de cada Departamento. En cada plan periódico de obras se establecerán los recursos que dentro del 1/3 ya señalado corresponde a cada Departamento, y que previamente se hayan adherido a las disposiciones sobre realización de obras, y hayan acompañado una lista con indicación del orden de preferencia y de las características fundamentales de las obras que desean que se realicen. Para las obras por realizar en los caminos vecinales con contribución del 50% de su valor, éstas podrán ser ejecutadas por las propias entidades contribuyentes, pero el proyecto y la fiscalización de ellas, deberán ser del resorte de la Dirección Nacional de Vialidad.

**11) Legislación Chilena.—Ley de Caminos y Puentes N.º 4851.**  
—Los gastos que demanda el Servicio de Caminos y Puentes, dice nuestra Ley, son de cargo del Presupuesto Ordinario o Extraordinario, según sea el gasto. En el Presupuesto Ordinario, son considerados: los gastos de la Oficina Central, que se fijarán en la Ley Orgánica de Presupuestos; planta superior del servicio; sobresueldos fijos y gastos variables generales; los gastos de conservación de caminos y puentes y obras accesorias, y los gastos de construcción de los nuevos caminos, cuando estos últimos gastos se efectúen con cargo al Presupuesto Ordinario. Los fondos que se consulten en el Presupuesto Ordinario deben ser iguales a las siguientes cuotas: a) Un valor igual al que el cálculo de entradas considere como producto de la contribución consultada en el art. 31 de la Ley; contribución general de dos y medio por mil sobre el avalúo de los bienes raíces; b) Una suma igual al doble de las erogaciones que los particulares hayan depositado en las Tesorerías Fiscales; esta suma se consultará en la Ley de Presupuestos de la Nación, y c) Una suma igual al excedente de las sumas consultadas en el art. 32 de la Ley, respecto del servicio total de los empréstitos contratados o por contratar para obras de caminos y puentes. Si, una vez cerrado el ejercicio financiero, se comprobare

una diferencia en el producto total de estas rentas respecto de la estimación presupuestaria, dicha diferencia será considerada en el presupuesto siguiente. Los gastos de conservación, de obras accesorias, y los gastos de construcción de nuevos caminos, se efectuarán en conformidad a un presupuesto oficial que aprobará el Presidente de la República. Creemos necesario señalar a la letra las disposiciones que establecen los arts. 31 y 32 de la Ley de Caminos N.º 4851.

“Art. 31. — Los gastos ordinarios de Caminos y Puentes y obras necesarias de los mismos, a que se refiere la letra b) del art. 28 de la presente Ley se igualarán al producto de una contribución general de dos y medio por mil sobre el avalúo de los bienes raíces practicado por la Dirección General de Impuestos Internos. Esta contribución será de sólo dos por mil para los bienes raíces sujetos a contribución especial de pavimentación”.

“Art. 32.—El financiamiento de los empréstitos que hayan sido contratados o autorizados para la construcción de caminos y puentes se atenderá con la incorporación a rentas generales de la nación de los siguientes impuestos y derechos que se crean por la presente Ley: a) Un impuesto de medio por mil que pagarán los predios rurales ubicados en comunas que sean atravesadas o servidas por uno o varios caminos, para cuya construcción haya sido necesaria la contratación o autorización de un empréstito”. b) Un derecho adicional total sobre el Arancel Aduanero de veinte centavos por litro de bencina y otras esencias para motores, cuando vengan en buques estanques, y de treinta centavos por kilogramo de bencina y demás esencias para motores, envasados. c) Un recargo de 10% sobre derecho de importación de los automóviles y otros carruajes destinados a transitar por los caminos. Igual recargo se aplicará a los repuestos y accesorios para dichos vehículos. d) Un impuesto de uno por mil que pagarán los predios urbanos que accedan a caminos para cuya construcción haya sido necesaria la contratación o autorización de un empréstito”.

En el Presupuesto Extraordinario serán consideradas las sumas provenientes de empréstitos especiales o cuotas de otros empréstitos generales que se destinan a la construcción de caminos y sus obras accesorias, así como el estudio y la inspección técnica. El servicio de los empréstitos contratados para obras de caminos será consultado en el capítulo relativo a la deuda pública del Presupuesto Ordinario. Se destinará al financiamiento de estos servicios el producto de las letras a), b), c) y d) del art. 32. Si el producto de estas rentas excediera al servicio de los empréstitos autorizados para la construcción de caminos y puentes, dicho exceso se destinará hasta en un 50% al financiamiento de los nuevos empréstitos que, para la construcción de caminos y puentes el Congreso resuelva autorizar, y el resto a la conservación de caminos y puentes construídos con el producto de empréstitos. Si no se contrataren nuevos empréstitos, el Presidente de la República podrá invertir el 50% de dicho excedente anual en la construcción y mejoramiento de los caminos y puentes que al efecto

determine de entre los incluidos en los planos oficiales aprobados, etc. A las comunas favorecidas con estos nuevos empréstitos se aplicará la contribución adicional sobre los bienes raíces a que hacen referencia las letras a) y d) del art. 32.

**12) Ley General de Pavimentación N.º 5,757.**—El pago de las obras de pavimentación, dice la Ley, se hará en la forma siguiente: a) En las calles de una calzada, con predios a ambos lados, los propietarios colindantes estarán obligados a costear con el carácter de “contribución de pavimentación” una cuota que puede fluctuar entre el total y los dos tercios del valor de pavimentación de la calzada y solera y el total del valor del pavimento de la acera. El costo de la parte restante del valor de la calzada, si lo hubiere, será de cargo de la Dirección General de Pavimentación. b) En las calles de dos calzadas, o en aquéllas en que un costado esté formado por plazas o paseos públicos, los vecinos colindantes estarán obligados a costear, con el carácter de “contribución de pavimentación”, la mitad del valor de la pavimentación de la calzada, y el valor total de la acera en el lado del frente de sus propiedades; el resto del valor de la calzada y de la otra acera será de cargo de la Dirección General de Pavimentación. c) En los casos de construcciones de aceras no conjuntamente con las calzadas, el costo de construcción de estas aceras y soleras correspondiente, en cada cuadra, corresponderá costearlo íntegramente con el carácter de contribución de pavimentación, a los vecinos colindantes. En el costo de pavimentación están incluidas, también, las obras complementarias, como desagües, pasos de agua, gastos de estudios e inspección técnica de las obras, etc.

La parte que corresponda pagar a los propietarios, en cada cuadra, se distribuirá entre ellos en proporción al frente de las respectivas propiedades. Las cuentas de pavimentación que correspondan a trabajos ejecutados con fondos provenientes de la emisión de empréstitos, podrán ser canceladas en todo momento entregando a la Dirección General de Pavimentación los bonos correspondientes al saldo de la cuenta. La Ley autoriza al Presidente de la República para emitir, con garantía del Estado, por cuenta de las Municipalidades en que rijan las disposiciones de la Ley, empréstitos internos y externos hasta por la suma de cuarenta millones de pesos moneda legal, con un interés no superior al 8 o/o anual, y un 1 o/o de amortización acumulativa anual. Estos bonos gozan de las mismas excepciones de los fondos fiscales. El producto de estas emisiones se destinará al pago de las obras de pavimentación que se ejecuten; autoriza, también, a las Municipalidades para que, con cargo a sus recursos ordinarios tomen bonos de pavimentación; en tal caso, el producto de esos bonos deberá ser invertido de preferencia en pavimentación en el territorio comunal correspondiente.

Los recursos de la Dirección General de Pavimentación para atender en las diversas comunas las obligaciones que la Ley les impone, son: a) Con el producto de uno por mil adicional sobre el

impuesto de haberes inmuebles que pagarán los predios situados dentro de las Comunas, y que se denominará "Contribución de Pavimentación". b) Con un cuarto por mil del impuesto de dos por mil para los caminos que establece la Ley N.º 4,851, de Marzo de 1930, para los bienes raíces de la parte urbana de la Comuna, sujetos a contribución especial de pavimentación; c) Con el producto de las patentes de vehículos que se cobren por la Municipalidad respectiva, en virtud de la Ley que fija este impuesto; d) Con las cuotas con que deben contribuir los propietarios de vías férreas ubicadas en las calles de la Comuna respectiva, en las cuales se efectúen trabajos de pavimentación; e) Multas e intereses penales; f) Con los intereses de la cuenta bancaria; g) Con el producto de la venta de la piedra, adoquín, asfalto u otros materiales que se extraigan de las calles de la respectiva Comuna; h) Con los fondos que destine la Junta Departamental de Caminos; i) Con las cantidades que destinen de sus rentas generales las Municipalidades respectivas.

### 13) Observaciones al régimen financiero-legal chileno.

Cabe señalar algunas de las observaciones que afloran de la exposición legislativa. Como lo expusimos en un trabajo que publicamos en la Revista de Caminos, en el año 1942, la legislación chilena, sobre caminos, que nos rige, no ha establecido un planeamiento vial, seguramente con el propósito de fijar en el futuro una ley especial que lo determine y lo financie. Sería, seguramente, más sencillo, y a la vez más amplio, modificar, desde luego, el proceso de financiamiento de la Ley de Caminos N.º 4,851, de Marzo de 1930, y dar en ella los instrumentos necesarios a las oficinas técnicas para realizarlo, de acuerdo con las prácticas que, como hemos señalado, nos indican en forma axiomática la economía y la técnica financiera vial actual en otros países.

La Ley de Caminos chilena no fijó taxativamente el sistema de bonos para la construcción de carreteras; indirectamente, lo señaló al establecer en su Art. 32 la forma en que se financiarían los empréstitos que se contrataren o autorizaren para obras de caminos y puentes. Doce años después de dictada la Ley de Caminos, en Julio de 1942, se aprobó la Ley 7,200, que otorga facultades extraordinarias al Ejecutivo para dictar disposiciones de carácter financiero. Señalaremos a continuación los Art. 15 y 31, que se refieren muy directamente a las obras viales que de acuerdo con dicha Ley están hoy día en ejecución y las que posteriormente se construirán:

"Art. 15. Facúltase al Presidente de la República para contratar con la Caja Autónoma de Amortización de la Deuda Pública, préstamos con cargo a impuestos por percibir. Dichos préstamos podrán contratarse por medio de letras de cambio, que serán giradas por dicha Caja y aceptadas por el Tesorero General de la República, y se descontarán en el Banco Central de Chile, sin

las limitaciones legales. El interés que podrá cobrar el Banco Central por estos descuentos será de uno por ciento anual.

“El Decreto respectivo indicará las contribuciones que se destinarán al pago de tales préstamos, su monto y la fecha de su pago, y la Tesorería General de la República integrará directamente en la Caja de Amortización o en el Banco Central, según corresponda, el producto de esas contribuciones hasta la concurrencia del valor de los préstamos y sus intereses.

“Los préstamos tendrán una duración máxima de seis meses, y deberán necesariamente estar cancelados en efectivo a la fecha de su vencimiento, y en todo caso, el 31 de Diciembre de cada año. No se podrán contratar préstamos con cargo a impuestos por percibir, si ha quedado pendiente, sin pago efectivo, cualquiera cantidad contratada en el año anterior.

“Los documentos que se descuenten en el Banco Central con arreglo a este artículo no podrán exceder en ningún momento al 12% del Presupuesto Anual de la Nación.

“El Presidente de la República también podrá autorizar al Tesorero General de la República para que emita y coloque directamente, o por intermedio de las empresas bancarias, de la Caja Nacional de Ahorros y de la Caja Autónoma de Amortización, vales de impuestos que podrán ser adquiridos por personas naturales o jurídicas, con el objeto de hacer provisiones para el pago de impuestos y contribuciones en las épocas en que éstos sean exigibles. Dichos vales serán nominativos, devengarán un interés anual del 2% y serán recibidos a la par por las Tesorerías Fiscales en pago de cualquier impuesto fiscal o municipal. El monto de los Vales de Impuesto colocados y el de las letras a que se refiere el inciso 2.º de este artículo, no podrá exceder en conjunto, del 12% del presupuesto fiscal del año respectivo.

Art. 31. Facúltase al Presidente de la República para emitir obligaciones del Estado, en moneda nacional o extranjera destinadas a incrementar los fondos de construcción de carreteras, bajo las siguientes condiciones: a) El interés que devengarán no podrá ser superior al 7% anual, y su amortización deberá hacerse en un plazo que no exceda de 10 años; b) El servicio se hará por la Caja Autónoma de Amortización de la Deuda Pública, con los recursos que se indican en la letra siguiente: c) Se considerarán afectos al servicio de estas obligaciones hasta el 50% de los fondos o recursos que la Ley N.º 4,851, de 10 de Marzo de 1930, destina a Caminos. La Tesorería General de la República pondrá oportunamente a disposición de la Caja de Amortización los fondos necesarios para que haga el servicio de las obligaciones. La Comisión de Cambios Internacionales deberá proporcionar a la Caja Autónoma de Amortización de la Deuda Pública, las divisas necesarias para atender oportunamente al servicio de las obligaciones en moneda extranjera que se emitan. d) Las obras que deban ejecutarse, y cuyo valor exceda de quinientos mil pesos, deberán necesariamente someterse a propuestas públicas. y e) El

90% de los fondos se empleará fuera de la provincia de Santiago”.

Tanto en los EE. UU. y el Uruguay como en la República Argentina, se ha recomendado que los títulos u obligaciones del Estado para carreteras sean colocados a un tipo no inferior al 90%, y a un interés y amortización acumulativa no superior al 6%. La Ley chilena 7,200, fijó el interés y amortización en 14%. La autorización de bonos que señala el Decreto del Ministerio de Hacienda N.º 4,354, de fecha 23 de Diciembre de 1943, hasta por ciento ochenta millones de pesos, comprometerá las rentas ordinarias de caminos en 25.2 millones de pesos anuales, dentro de una recaudación ordinaria total no superior a 94 millones, es decir, se reducirán las entradas de caminos en 26,6%, una vez colocados los ciento ochenta millones de pesos en bonos, siempre que se mantenga la recaudación señalada. Cuando expusimos los métodos de financiamiento, en el párrafo 2, indicamos las ventajas de la financiación vial por medio del sistema de bonos. Entre esas ventajas señalábamos aquella que permite que el pago de las obras pueda dividirse más equitativamente entre los actuales y futuros beneficiarios, y decíamos que ya se ha establecido como un principio de economía vial el que los bonos se usen para realizar caminos pavimentados, mejoras de carácter permanente, obras que tengan una “vida económica” larga no inferior a 20 años.

No hemos conocido el caso que se haya recomendado el sistema de bonos para abrir caminos de fomento o penetración, o bien, caminos de turismo en zonas poco pobladas. Lo anterior está comprobado mediante un raciocinio muy sencillo: la economía que se obtiene con los caminos mejorados o pavimentados compensa el pago de los intereses sobre los bonos, siempre que el número de los vehículos motorizados esté dentro de límites prefijados o sea apreciable. Si los bonos se utilizan en pagar obras en zonas vírgenes, el valor de los intereses recargará el costo de las obras, y además, el Estado no tendrá una mayor entrada suficiente para sufragar anualmente la amortización de los bonos. No debe olvidarse algo que expusimos al principio del presente estudio, y que es un axioma financiero-caminero: “no deben gastarse en la mejora de ningún camino fondos del erario público mayores a la capacidad productiva de dicho camino, y que el público recibe en forma de transporte económico”.

Nos referiremos ahora a otro punto. Como puede observarse en la exposición legislativa que hemos hecho, los países procuran formar un fondo común inviolable para caminos, fondo que es formado por todos los impuestos y contribuciones viales anuales del país. En seguida, a base de la clasificación de las carreteras establecidas en la ley vial se distribuyen los recursos, es decir, los recursos se distribuyen por caminos, previa la selección y la prioridad realizada por los organismos técnicos viales. Sin embargo, entre nosotros se está estableciendo como norma que el Congreso Nacional cuando va a distribuir fondos extraordinarios para caminos, establezca él los porcentajes, como es el caso de la

Ley 7,434 de impuesto al cobre y, por lo general, esos porcentajes son fijados por provincia, sin considerar en esta distribución la clasificación de los caminos.

Hemos manifestado ya en otras oportunidades, y debemos repetir aquí, que la clasificación de las carreteras por provincia, desde el punto de vista de su planeamiento, en el estado actual del desarrollo vial del país, no obedece a ningún principio científico o técnico. El país está dividido en provincias y departamentos por razones administrativas, para facilitar las operaciones de sus habitantes con los organismos del Gobierno, y a su vez, a éste, para atender mejor las necesidades de sus gobernados. Pero, cuando se estudia el planeamiento vial de un país, prevalecen para la división de éste sus condiciones geográficas, topográficas, climáticas, demográficas y económicas.

Debemos distinguir bien claramente entre administración y construcción vial; para la primera rige la división administrativa del país, no así para la segunda, que, como hemos insistido, requiere su clasificación propia.

Debemos reconocer que algunos de los vicios que en el orden financiero-vial nos sorprenden a menudo, tienen su origen en nosotros mismos; quiero referirme a la poca importancia que hemos dado al trabajo y estudio de la selección de nuestras carreteras, y que analizamos en el párrafo 6). Quizás sea ésta una de las causas de la desorientación con que a menudo tropiezan los organismos particulares y fiscales cuando analizan problemas viales. No sería raro que esta poca importancia que se ha dado en nuestro país a la selección vial, haya sido la causa del error en que incurrieron nuestros legisladores, al establecer en la Ley la distribución de los recursos según las entradas del Presupuesto Ordinario y Extraordinario de la Nación, sin fijar taxativamente, según la clasificación de los caminos, la distribución de esas entradas, tal como lo preconizan hoy día los países que han estudiado esta materia en América.

El Decreto del Ministerio de Hacienda N.º 4,354, de Diciembre de 1943, a que antes nos hemos referido, se extendió sobre la base de un informe de la Contraloría General de la República, cuyo contenido señaló que la entrada ordinaria anual de caminos era de cien millones de pesos. La Contraloría General, al ir a organizar el control de la documentación de caminos para todo el país, comprendió la magnitud de la tarea que representa contabilizar los documentos de pago en 47.700 km. de caminos, y hubo de realizar diversas consultas y solicitar algunas indicaciones al Departamento, quien le señaló ciertas pautas para el mejor desarrollo de su labor. Estas operaciones se simplificarían muchísimo si nosotros en las inversiones atenderemos a la clasificación de los caminos.

La propiedad rural beneficiada por los caminos con calzada de tránsito permanente, debe pagar la tasa por contribución de mejoras. La Ley de Caminos chilena no establece esta clase de con-

tribución. En los países de América donde se aplica este impuesto, se ha tropezado en la práctica con algunas dificultades; estas dificultades se originan por las siguientes causas: las revaluaciones de propiedades exigen, en general, tareas largas, complejas y costosas, y no acusan siempre supervalías, pues las tasaciones primitivas pueden haber sido hechas en épocas de prosperidad, y las revaluaciones subsiguientes en períodos de crisis; las diferencias de criterio al efectuar las evaluaciones suelen originar conflictos, cuya resolución concierne a la Justicia, con los perjuicios consiguientes. Es preferible que esta contribución, cuando se llegue a establecer en nuestro país, se fije en función del mayor valor adquirido por las propiedades y también del costo de las obras.

### CARRETERAS PAVIMENTADAS

14) Las carreteras pavimentadas son de una gran influencia en el progreso de un país, ya que ellas tienen, como una de sus funciones principales, la de poder dar un tránsito tal que permita economizar tiempo, mediante el desarrollo de altas velocidades. Son obras esencialmente reproductivas, pues contribuyen al rápido desarrollo de la economía nacional por los beneficios que aportan tanto a los usuarios como a las zonas que atraviesan. En un detallado estudio publicado por el Ingeniero argentino don Carlos E. Meaurio, en 1942, se establecen a base de un proceso de cálculo sencillo, los factores determinantes que fijan la elección del tipo de pavimento que corresponde a una carretera, bajo normas de financiamiento equilibrado y dentro de un cierto número de años.

Los caminos pavimentados producen ciertos beneficios, algunos de los cuales no es posible medir, como por ejemplo el mejoramiento de las condiciones salubres de las poblaciones por donde ellos atraviesan, el acercamiento social de sus habitantes que su construcción trae consigo, etc. En cambio, hay otros beneficios que es posible medir por la economía que se produce en el tránsito, entre un pavimento y un camino de tierra, y entre éstos está lo que se denomina "economía de tracción", y que corresponde: 1.o) Al menor consumo de combustible que produce la tracción sobre una carretera pavimentada en comparación a una camino de tierra; 2.o) El menor gasto de conservación del vehículo que exige la tracción sobre un pavimento; 3.o) El menor costo por kilómetro recorrido en los gastos que origina el personal que conduce el vehículo, y 4.o) El mayor beneficio pecuniario por kilómetro recorrido.

Conviene tener presente que la economía de tracción es prácticamente independiente del costo de pavimento, pues el beneficio que produce en la tracción un estabilizado tiene un valor igual o numéricamente parecido al que produce un pavimento de hormigón. Entre nosotros, el valor total de la economía de tracción por kilómetro para un vehículo automotor que transita en una carretera pavimentada, puede estimarse hoy día, como promedio, entre \$ 0.25 y \$ 0.30 de nuestra moneda, con relación a una camino de tierra. Si representamos por CT el capital total invertido al

cabo de N años, en un kilómetro de pavimento, y por ET la economía total de tracción en ese mismo sector al cabo de N años, en la cual N representa la vida del pavimento, que se supone es el período necesario para tener el capital totalmente amortizado, se debe cumplir la condición:

$$CT \leq ET$$

siendo:

$$ET = e \cdot t \cdot 365 \cdot N$$

$$CT = C + N(M + Cv) - R$$

en que e representa la economía de tracción por vehículo/km. sobre pavimento en vez de tierra; t el número de vehículos por día, o sea el promedio diario del tránsito, en el kilómetro considerado; C el costo inicial de un kilómetro de pavimento; M el costo por kilómetro/año de su mejoramiento progresivo; Cv el costo por kilómetro/año de su conservación y R el valor residual del pavimento al finalizar los N años.

Si la inversión del capital CT ha sido buena o productiva, resultará que el beneficio recibido por la colectividad usuaria del pavimento, será por lo menos igual al monto de dicho capital total, y, por lo tanto, debe cumplirse la condición 8). Si admitimos que Cv, es decir, el costo por kilómetro al año de la conservación de un pavimento es un cierto porcentaje a) de C, y que R, el valor residual, es otro porcentaje b de C, o sea, que:

$$Cv = a C$$

$$R = b C,$$

se llega a establecer la fórmula que determina la ecuación financiera de un pavimento que es:

$$C \leq \frac{N(e \cdot t \cdot 365 - M)}{(1 + aN - b)} \quad 2)$$

En la ecuación 2) se conoce el valor de e que, como hemos dicho, representa la economía de tracción por vehículo/km. los valores de a y b, también son conocidos por la vía experimental, para cada tipo de pavimento. Una vez que ha sido fijado el número N de años que se asigna al pavimento y el costo de su mejora progresiva anual, así como también el tránsito que soportará resulta sencillo calcular el valor de C, o sea, el costo kilométrico máximo de un pavimento que soporta las condiciones prefijadas.

Hay que tener presente que el valor residual R de un pavimento no es, en realidad, un capital disponible sino que, por el contrario, es un valor que retirado del fondo común, no permite realizar más kilómetros de pavimentos, y en consecuencia, es nulo como dinero disponible. En cambio, tendrá un valor real cuando encima del pavimento remanente se resuelve al cabo de N años colocar otro pavimento o emplear el material residual.

La fórmula 2) puede expresarse en forma más sencilla considerando el valor de  $e = 0.30$ , y estimando el año caminero en 330 días.

$$C \leq \frac{N (100 t - M)}{(1 + a N - b)} \quad 3)$$

Como C es un valor positivo, en este caso el numerador de la expresión 3) debe ser positivo; fácil es comprender que el denominador es positivo por cuanto el valor residual R es menor que el costo inicial, y en consecuencia  $b > 1$ . Para que el numerador sea positivo, debe verificarse que:

$$t > \frac{M}{100} \quad 4)$$

La expresión 4) nos dice que si el valor residual de un pavimento disminuye, para que este tipo de pavimento sea admisible, es indispensable que la densidad del tránsito que va a recibir, sea por lo menos, igual a la centésima parte del costo anual por Km. de su mejora progresiva. Para la utilización práctica de la ecuación 3) es posible confeccionar gráficos que permiten, para cada tipo de pavimento, determinar el costo máximo que puede afrontarse, teniendo en cuenta los años de duración que se le asigna y la densidad del tránsito que deberá admitir o soportar.

15) Si suponemos el caso que ya señalábamos en el párrafo 14), es decir, que  $R = 0$ , entonces  $b = 0$ , y la ecuación 3) podrá tener la forma:

$$t \geq \frac{C}{100} \left( \frac{1}{N} + a \right) + \frac{M}{100} \quad 5)$$

La fórmula 5) indica cuál es el tránsito mínimo t que debe tener un pavimento de determinado costo C y cuya vida se le estima en N años, para que el dinero invertido en él resulte compensado con el beneficio que ha de recibir el público al cabo de ese número de años. Si el tránsito real que soporta la carretera es mayor que el valor calculado por la ecuación 5), es señal que el público usuario del pavimento recibe un beneficio mayor que el costo del pavimento, incluida su conservación y su mejoramiento.

Supongamos que el tránsito real de una carretera sea  $t_1$  automóviles al día y que el tránsito que compense el costo integral de un determinado pavimento es  $t_2$ , la diferencia  $t_1 - t_2$  producirá un beneficio cuyo valor es:

$$B = e \cdot 365 \cdot N (t_1 - t_2) \quad 6)$$

Como se ve, en la ecuación 6) este beneficio de tracción que reciben los usuarios de la carretera es independiente del costo del pavimento, y es útil en estas condiciones considerar si este beneficio no sería mayor si se construyesen más kilómetros de pavimento, pero de un costo menor. Como se desprende de la ecuación 5), el tránsito mínimo  $t_2$  que equilibra un determinado costo de pavimento, es distinto para cada tipo de pavimento, y si se conoce el valor  $t_1$  del tránsito probable para un determinado camino, la diferencia que señala la ecuación 6)  $t_1 - t_2$  tendrá un valor diferente en cada caso según sea el costo  $C$  y el número  $N$  de años que se le asigne.

Conviene tener presente que, en general, los pavimentos de alto costo no tienen grandes gastos de mejora progresiva anual, salvo aquellos que se refieren a ornamentación y alumbrado, ni tampoco gastos de conservación elevados en relación a otros tipos de pavimentos de bajo costo, con lo cual aumenta el beneficio a medida que se supone una mayor vida para el pavimento. Es de suponer, sin embargo, que en ciertos y determinados casos debe producir más beneficios a la economía nacional un pavimento de bajo costo, del cual se pueden construir más kilómetros, que un pavimento de alto costo, del cual se pueden construir menos kilómetros. En otros casos puede suceder que cuando el tránsito que soportará el camino no llega al mínimo necesario para producir el equilibrio financiero entre los gastos totales y los beneficios que recibirá la economía nacional, las situaciones resultarán contrarias a las señaladas anteriormente, en forma que más convendría a la economía nacional construir pavimentos de alto costo.

En resumen, la elección de un tipo de pavimento en lo referente a su costo, cuando el tránsito ha de ser escaso, debe estudiarse detenidamente, puesto que en este caso un pavimento de alto costo producirá menos déficit financieros con respecto al equilibrio que se debe esperar entre la inversión total y el beneficio que debe recibir el usuario. Pero, cuando el tránsito ha de ser intenso, si los recursos disponibles para la construcción del pavimento son escasos, desde el punto de vista del equilibrio financiero, se aconseja un pavimento de bajo costo, salvo que el estado próspero de las finanzas permita afrontar igual kilometraje de pavimento de alto costo.

16) Queremos referirnos, ahora, a las obras de conservación; la conservación es la vida misma del camino. Como sabemos, la conservación de un sistema de carreteras es función de cuatro variables principales: el clima, el suelo, el tránsito y el dinero disponible. Estos dos últimos factores están íntimamente relacionados con el financiamiento vial. Los gastos de conservación de un pavimento con relación al aporte financiero que realiza su tránsito, es decir, el valor de la conservación en relación a la contribución que hace el usuario para la formación del fondo de conservación, está en estrecha relación con el número de vehículos automotores que transitan por el pavimento. En consecuencia, po-

demós suponer a priori que el tránsito mínimo  $t$  que justifique un gasto de conservación anual en un kilómetro de pavimento  $C_v$  es una función lineal de la forma:

$$C_v = K \cdot t \quad 7)$$

en que  $K$  es un factor conocido que se puede determinar y que depende de los gastos de operación del transporte motorizado en el kilómetro que se considera, y además, del tipo de pavimento, ya que sabemos que  $C_v = a \cdot C$ . Conocidos los costos  $C$  de diversos pavimentos se pueden determinar los tránsitos mínimos  $t_1$ ,  $t_2$ , etc., que equilibran el fondo necesario para la conservación de un determinado pavimento. Cuando se calculan estos tránsitos mínimos se observa, desde luego, la conveniencia de ser cautelosos en los planes de conservación, pues, por lo general, aún en regiones pobladas, no es fácil alcanzar las cifras mínimas del promedio diario anual para automotores, cifras que para distintos pavimentos fluctúan entre 140 y 370 vehículos al día. Sin embargo, no debe olvidarse el beneficio de tracción que la pavimentación trae consigo, que ya analizamos, con lo cual se contribuye directamente al rápido progreso económico de la zona donde está ubicada la carretera.

La justificación del desarrollo de un plan de conservación y mejoramiento para un camino existente en una zona, sólo es posible realizarla técnicamente mediante el conocimiento de la demanda del tránsito y la determinación de su crecimiento futuro, considerando el incremento anual de la población y de los vehículos motorizados registrados. El tránsito futuro sólo es posible establecerlo mediante la medida de la demanda del tránsito presente; en ningún caso podrá justificarse científicamente el desarrollo de una zona por los kilómetros de caminos construídos o bien, por los fondos invertidos; la verdadera medida corresponderá al grado de progreso de los transportes en relación a su demanda.

17) Se deduce, de lo que hemos expuesto en los párrafos 14, 15 y 16, que los factores determinantes en la elección de pavimentos, son: 1.o) La densidad del tránsito probable; 2.o) el monto de los recursos disponibles; 3.o) la economía o beneficio de tracción que recibe la colectividad por el uso del pavimento; 4.o) la disponibilidad de recursos anuales para afrontar gastos de conservación elevados cuando se eligen pavimentos baratos, y 5.o) la disponibilidad de recursos para efectuar mejoramientos progresivos anuales. Todo lo anterior nos induce a repetir que, cuando los recursos disponibles para pavimentación de carreteras son escasos en relación a la red que el país necesita, como es el caso de Chile, es preferible emplear pavimentos de bajo costo, siempre que se aseguren anualmente los recursos necesarios para atender a su conservación, y siempre que la densidad del tránsito que habrá de recibir el pavimento obtenga un beneficio de tracción que equilibre el costo total del pavimento, incluída su mejora progresiva,

durante el número de años en que se estima la vida del pavimento elegido. A la inversa, si los recursos están asegurados en cantidad suficiente para el futuro, son preferibles pavimentos de bajo costo, por cuanto permiten realizar más kilómetros de pavimentos, y la economía nacional se beneficia de inmediato, siempre que la densidad del tránsito esté por encima de lo necesario para obtener el equilibrio financiero a que ya nos hemos referido.

## CONCLUSION

18) Hemos procurado exponer en el presente estudio aquellas materias de finanzas sobre carreteras que tienen o pueden llegar a tener una aplicación inmediata en nuestro país, eliminando aquellos detalles y cálculos que restarían sencillez y claridad a su exposición. Tres puntos sobresalen de ella con bastante nitidez y que pueden servir en un futuro próximo como punto inicial de estudios más amplios: primero, creación de un fondo nacional permanente e inviolable para caminos, cuyo monto sea adecuado a nuestra capacidad económica y a nuestras necesidades viales; segundo, establecimiento de un nuevo régimen financiero con la autonomía suficiente que permita desarrollar un meditado plan de obras de caminos, dentro de un período de años, y tercero, beneficios que para la economía nacional envuelve mantener la política de construir obras de caminos de carácter permanente, como lo son las carreteras pavimentadas. El público en nuestro país desea que se intensifiquen las obras de caminos, porque comprende que ello es fundamental para el progreso de cada zona, tanto en el orden económico y social, como en el político; y prueba de ello es el permanente y progresivo aporte voluntario que se hace anualmente para carreteras. Se advierte cada día la necesidad de impulsar la construcción vial, cuya realización puede ser encarada con optimismo, siempre que los recursos anuales se acrecienten y se mantengan dentro de un ritmo marcadamente acelerado.

El progreso en los medios de transporte es un aliciente poderoso dentro de la vida económica colectiva, por cuanto ello significa una disminución de la distancia, y su resultante, una ampliación del mercado de consumo, lo que trae como consecuencia, a su vez, un aumento de la producción. No olvidemos que la construcción vial es una de las formas más inmediatas para lograr aquella finalidad, pues, cuando el mejoramiento y la construcción vial se hacen intensiva y extensiva, se favorece la utilización de la mano de obra, se facilita la explotación de los recursos naturales de cada zona, se vinculan los centros de producción y consumo y se reduce el costo de los transportes.

# ESTABILIZACION DE SUELOS PARA CAMINOS

Por el Ing. don Leopoldo Contreras.

## INTRODUCCION

### GENERALIDADES.—

En los últimos años ha aumentado la necesidad de un tipo de camino de bajo costo, proyectado especialmente para el tráfico liviano. Estos caminos secundarios sirven de enlace a las rutas troncales y pueden dividirse, en general, en dos tipos: el de superficie suelta y el de base estabilizada.

El de superficie suelta se construye agregando ripio suelto u otro material duro al lecho del camino abovedado. Debido a que el material del suelo es desplazado hacia los lados con la acción del tránsito, estos caminos necesitan una conservación casi continua que se efectúa con niveladora. El método usual es llevar el ripio hacia el eje del camino con maquinarias provistas de cuchillas. El tránsito prontamente desparrama el material y debe procederse nuevamente a efectuar la operación descrita.

En los caminos de suelo estabilizado, el ripio o material grueso es trabado y mantenido en su lugar por medio de material fino que contiene arcilla y actúa como ligante.

La superficie presenta un aspecto duro, suave y necesita menos conservación que los caminos de superficie suelta.

El camino de suelo estabilizado está compuesto por una superficie de desgaste adecuada en cuanto a su espesor y de materiales, como ser: ripio o grava, arena y material ligante del suelo natural que comprende limo, arena fina y arcilla.

Estos materiales pueden ser premezclados o mezclados en sitio, en cantidades y proporciones adecuadas para ser estables en toda época.

Pero más ampliamente podemos decir que un camino de bajo costo puede aceptarse que, en términos generales, se compone de tres elementos:

a) Una obra de tierra donde se aplican y aprovechan los actuales conocimientos de suelos;

b) Una base que se apoya sobre esa obra de tierra y donde se ha conseguido neutralizar o disminuir los efectos de desplazamientos, debidos a cambios de volúmenes por humedad o por presión de las cargas de vehículos; y

c) Un revestimiento superficial o superficie de rodamiento que protege la base de los efectos de las aguas superficiales y de la acción directa de las ruedas de los vehículos, y, además, proporciona una calzada lisa y confortable.

Es sabido que este esquema de camino de bajo costo no se realiza siempre; en algunas mejoras se prescinde del suelo seleccionado, reforzándose la base que sostendrá el tratamiento superficial; en otros se perfecciona la selección de suelos y se elimina la base sobre la tierra seleccionada; algunos no tienen una separación definida entre el suelo y la base y otros prescinden del tratamiento superficial, porque la base misma tiene características que le permiten prescindir de la acción protectora del tratamiento superior.

En todos los casos, si se elimina uno de sus elementos, sus propiedades y características deberán encontrarse en el elemento que lo substituye.

### **SUELOS.—**

El estado actual de la Ingeniería de Caminos, en lo concerniente a construcción de pavimentos, mejoras o simples obras básicas, se caracteriza por el aprovechamiento del suelo en la mayor escala posible y en las condiciones de técnica que permiten los resultados de estudios e investigaciones actuales.

Muchos problemas que se refieren al suelo desde el punto de vista de caminos todavía esperan soluciones, pero el avance realizado en los últimos años en esta rama de la Ingeniería Vial, permite proyectar obras de tierra en condiciones de excepcional ventaja con respecto a las construcciones similares de hace diez o quince años.

### **BASES.—**

Todavía más actuales son las investigaciones que se refieren al elemento intermedio o "base" en el esquema normal de caminos de bajo costo.

Muchos de ellos están aún en el terreno de la investigación de laboratorio o de pequeñas experiencias del terreno, como es el caso de suelos estabilizados con cemento "Portland"; otras han avanzado en mayor proporción, obteniendo ya resultados consistentes, como es el caso de bases de suelos estabilizados con bitumen y emulsiones bituminosas y, finalmente, las bases compuestas de materiales pétreos, arena, limo y ligante arcilla-agua, que han entrado ya a ser consideradas como construcciones comunes.

### **TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.—**

Los tratamientos superficiales a base de bitumen han logrado ya una técnica de proyecto y construcción que los hacen comparables en uniformidad, suavidad y lisura a los pavimentos de tipos superiores.

De los tres elementos de caminos de bajo costo es éste el que más se ha perfeccionado, aunque caben aún substanciales progre-

sos, especialmente en lo que se refiere a los revestimientos bituminosos.

Por esta y las anteriores razones, el camino de bajo costo se acerca cada vez más a los caminos de alto costo en estabilidad y resistencia y está muy próximo a ellos en economía de transporte con una inversión inicial y un costo anual inferiores.

### REVESTIMIENTOS ESTABILIZADOS.—

Los principios que gobiernan la estabilidad de los revestimientos que vamos a estudiar, son los mismos que rigen la estabilidad de los suelos comunes. En resumen, consisten en proveer suficiente fricción interna por intermedio de material granular: ripio, grava y arena y bastante cohesión, de modo que las partículas que originan la fricción no se separen por acción de las cargas.

Esta cohesión puede ser facilitada por películas de agua a materiales que no tienen cohesión, como es el caso de las arenas de playa; por arcillas coloides y humedad de agua en suelos o revestimientos estabilizados; por polvo de roca cementante y humedad en los macadams; por betunes en mezcla con asfalto o alquitranes, etc., etc.

Debe recordarse que la estabilidad de la mezcla en los primeros casos depende de la resistencia adhesiva de las películas extremadamente finas que unen a las partículas entre sí y esta resistencia adhesiva es función de las propiedades del material de la película y también en gran parte del suelo y del carácter de las superficies.

Para que un líquido moje a un sólido en presencia del aire, se necesita que el líquido sea adsorbido más fuertemente que el aire y desplace a éste de la superficie del sólido. Esta adsorción es, justamente, la propiedad que tienen los sólidos de condensar en su superficie en mayor o menor cantidad, los gases o vapores con que están en contacto, o de retener películas más o menos gruesas de los líquidos que los mojan.

Debido a la adsorción del aire en las partículas de suelo, las gotas de agua pueden correr entre el polvo sin mojarlo. Una vez mojada por el agua la partícula de suelo, se necesita que las partículas de humedad sean extremadamente finas si se quiere obtener una elevada cohesión, porque a medida que el espesor de la película se aproxima a dimensiones moleculares, las propiedades del agua se acercan a las de los semisólidos. Puede tenerse una idea de la resistencia de estas películas a permanecer adheridas a los cuerpos que rodean, recordando que películas muy finas de vapor no pueden removerse del vidrio ni a temperaturas de 500°C. y que no pueden extraerse del suelo a presiones de 9.000 a 15.000 atmósferas.

Un revestimiento estabilizado con ligante agua-arcilla estará constituido por materiales proporcionados y graduados de modo que las partículas de agua tengan una alta resistencia adhesiva.

Cuando los materiales integrantes del revestimiento: ripio o grava, arena, arcilla y agua, se gradúan apropiadamente, los implementos de compactación y el tránsito pueden hacer llegar la densidad a 2,3 k/dm<sup>3</sup>; 2,4 k/dm<sup>3</sup>. y algo más. Estas altas densidades indican que las partículas están en contacto estrecho unas con otras y rodeadas de películas muy delgadas de humedad. El conjunto desarrolla entonces toda su capacidad práctica de fricción y cohesión, presenta una masa compacta a los efectos de presión y golpes de las cargas y queda afectado mínimamente por los efectos del agua capilar.

Es necesario que el contenido de humedad que desarrolla estas ventajas se mantenga prácticamente invariable, para que el revestimiento no se agriete en tiempo seco, permitiendo la entrada del agua que ablandaría la subrasante y se suelte, al perder la arcilla sus cualidades ligantes. Se necesita también que el contenido de humedad no aumente por efectos capilares o influencias de lluvias, ablandando el revestimiento y disminuyendo la cohesión.

En resumen, desde el punto de vista del comportamiento bajo la influencia combinada de los factores de clima y tráfico, un revestimiento será satisfactorio cuando no se vuelva lodoso, resbaladizo y ahuellado en tiempo húmedo; ni suelto, polvoriento o agrietado en tiempo seco.

#### TRATAMIENTOS QUIMICOS.—

La presencia de ciertas sales en los suelos modifica las propiedades activas de los coloides. Los coloides puestos en contacto con las soluciones salinas acuosas tienen la propiedad de adsorber los iones metálicos de éstas, o el ión H de los ácidos.

Además, sabemos que una característica de los suelos es su pH, porque sus propiedades se modifican según sea su reacción ácida o básica.

La magnitud de la influencia de lo que podemos llamar "estado" de la arcilla, puede observarse en los resultados de experiencias hechas sobre absorción de agua:

Un suelo arcilloso neutro . . . . .	44%	de agua
El mismo alcalino . . . . .	82%	" "
El mismo ácido . . . . .	41%	" "

El efecto producido por los iones sobre los coloides ha sido estudiado y se estudia actualmente con mucha actividad en numerosos laboratorios.

Tres iones tienen especial interés para estos estudios: H, Na y Ca.

El hidrógeno flocula la arcilla reduciendo, por lo tanto, su plasticidad y aumentando la permeabilidad. El calcio produce los mismos efectos. El sodio peptiza la arcilla dando viscosidad al suelo.

La constante hídrica de un suelo se modifica según sea el ión adsorbido. A estos fenómenos de carácter físico-químico de las sales sobre los suelos, es preciso agregar otros de carácter puramente físicos.

Las sales delicuescentes, en general, (cloruro de sodio, nitrato de sodio, cloruro de calcio), proveen a los suelos de películas líquidas más uniformes, delgadas y resistentes que las que proporciona el agua pura. También, dentro de ciertos límites, mantiene los suelos continuamente con humedad eficiente, aún cuando las condiciones exteriores varían profundamente.

Los tratamientos físico-químicos pueden proporcionar un doble efecto para los caminos de suelos que tengan materiales proporcionados:

a) Por delicuescencia algunas sustancias químicas pueden servir como paliativas del polvo; y

b) Por acción química pueden mejorar la calidad del conglomerante de arcilla en un camino, aumentando su poder portante.

En las capas de base, el uso de sustancias químicas puede facilitar la compactación de los suelos a las densidades requeridas y por sus propiedades delicuescentes sirven como sustituto para el conglomerante arcilla antes de colocarse el recubrimiento.

Este estudio relativo al uso en estabilización de carpetas de rodado de la sal común, salitre y residuos industriales, será tema que desarrollaremos en otra oportunidad.

Demostraremos que el agregado de sal tiene un efecto benéfico sobre las propiedades ligantes de la arcilla, disminuyendo su expansión cuando se humedece y su contracción cuando se seca.

Además, las propiedades de retención de la humedad permiten todas las operaciones constructivas.

**Por su presión de vapor inferior a la del agua, el cloruro de sodio, por ejemplo, retarda la evaporación de las partículas de humedad que rodean los granos de suelos y producen su estabilidad por cohesión.**

Cuando la evaporación comienza, la sal se estabiliza en los poros de la superficie y forma una costra cerrada que retarda la evaporación del agua.

Además, la sal produce una coagulación de las partículas de arcilla que aumenta los efectos capilares y distribuye más uniformemente la humedad.

Cuando llueve, los cristales de sal de la superficie, en el caso del cloruro de sodio, se disuelven y la salmuera baja en el espesor estabilizado. La arcilla se expande entonces algo y parte vuelve al estado coloidal de la superficie. Cuando suceden épocas de sequía, la salmuera cubre la superficie y se produce la coagulación de la arcilla y la recristalización de la sal, formándose otra vez la costra en la superficie. Idéntico fenómeno ocurre en el caso del Na NO<sub>3</sub>.

Todos estos problemas inherentes a los efectos que produce

el agregado de sales a los suelos los veremos en otra oportunidad.

Estudiaremos el efecto de las sales sobre las arcillas, que son el elemento ligante en los estabilizados. Veremos la influencia de las sales sobre los morteros de suelos y, finalmente, la influencia de los agregados salinos sobre los hormigones de suelos. Todos estos puntos serán tratados conforme al bosquejo general, o sea, viendo de qué modo y en qué forma hay que tomar en cuenta esta influencia de las sales sobre la granulometría, sobre la plasticidad y demás constantes hídricas, sobre la humedad o sequía, etc., y, finalmente, como consecuencia de lo anterior fijaremos normas para la aplicación en carpetas de rodado de las sales en estudio.

Debemos decir, además, que el tratamiento de los suelos con agregados salinos sirve de una manera asombrosa a otras ramas de la Ingeniería, como ser: construcciones baratas a base de adobes estabilizados con sal, tranques de tierra, etc.

Es, justamente, dadas las proyecciones que tendrá este estudio, el motivo por el cual hemos iniciado la experimentación con carpetas de rodado, que es donde mayor aplicación tendrán las conclusiones a que lleguemos.

Experiencias con  $\text{CaCl}_2$ , se han hecho ya en Estados Unidos, pero solamente como paliativo del polvo y no como un agente que facilite una mayor resistencia intrínseca de ellos.

En Chile, en la zona norte, se han tratado superficies de rodado con sales; pero sin atenerse a dosificación alguna. Tenemos el caso de las llamadas "tierras cloruradas", de los rípios salitrosos, etc., que han dado resultados más o menos felices, pero que, dosificados convenientemente los materiales salinos agregados, darían una carpeta homogénea, lisa y de gran resistencia a los efectos del rodado y climatérico.

Nuestros estudios tienden, precisamente, a esto. A fijar normas para el empleo del agregado salino en estabilización de carpetas de rodado, de modo de obtener el máximo rendimiento a base de este tratamiento.

## APLICACIONES DE LA ESTADISTICA A LAS OPERACIONES DE LA CONTABILIDAD

Por don Ernesto Latorre, Contador de la provincia de Santiago

(Dedicado a los Contadores del Dpto. de Caminos)

El Decreto Supremo de Obras Públicas y Vías de Comunicación N.º 406, de 13 de Marzo último, que organiza el Departamento de Caminos dándole una nueva estructuración a sus servicios, crea, entre otras secciones, la de ESTADISTICA, que tendrá como funciones principales la de mantener un estado completo del avance de las obras que se construyan, registrando mensualmente, por medio de **gráficos** u otros sistemas, el estado de las obras; llevará, también, una lista de los precios de los materiales de construcción vigentes en el mercado, etc.

Creando oportuno contribuir con esta colaboración para la Revista de Caminos, a la divulgación de este importante ramo, he creído conveniente hacer un estudio de la aplicación que podría dársele a la Estadística en relación con las operaciones de la contabilidad. Para esto, nos servirán los datos que nos ha remitido la Tesorería Provincial de Santiago y que dicen relación con las sumas que han ingresado por el capítulo de caminos y puentes en las cuentas F-117-1 y F-117-2 durante el primer semestre del presente año.

Antes de iniciarlo, permítasenos recordar algunas de las definiciones sobre estadística y la manera de cómo deben exponerse los datos que completan los cuadros correspondientes.

Desde luego, se llama Exposición Estadística a la presentación en forma clara, ordenada y completa de cualquiera especie de resultados obtenidos en la contabilidad.

Esta exposición puede ser numérica o gráfica, según que los resultados se expongan en su manifestación cuantitativa o se representen con figuras.

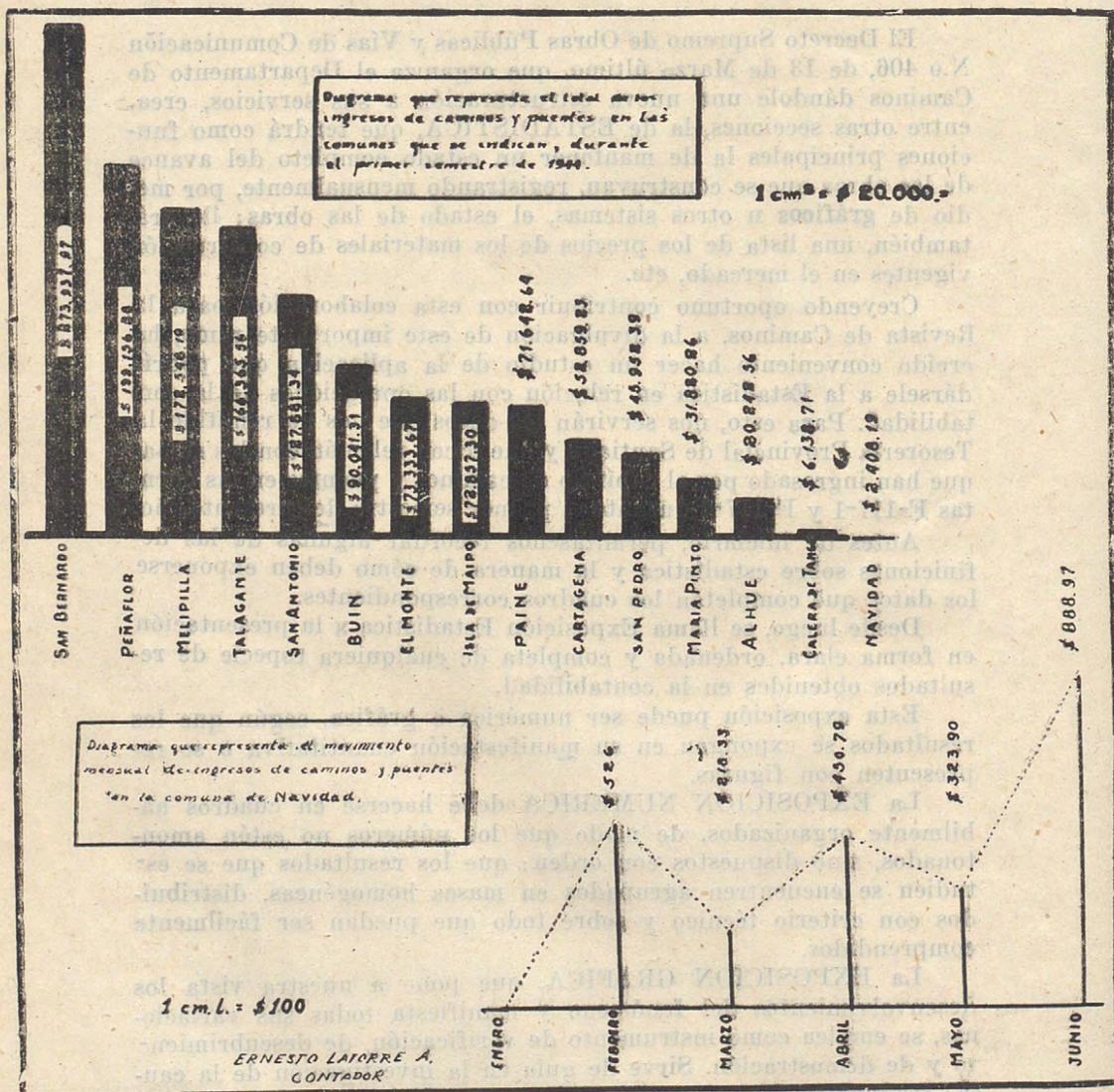
La EXPOSICION NUMERICA debe hacerse en cuadros hábilmente organizados, de modo que los números no estén amontonados, sino dispuestos con orden; que los resultados que se estudien se encuentren agrupados en masas homogéneas, distribuidos con criterio técnico y sobre todo que puedan ser fácilmente comprendidos.

La EXPOSICION GRAFICA, que pone a nuestra vista los desenvolvimientos del fenómeno y manifiesta todas sus variaciones, se emplea como instrumento de verificación, de descubrimiento y de demostración. Sirve de guía en la investigación de la causa; traduce en forma sensible y hace inmediatamente perceptibles los hechos y las relaciones complejas.

El **diagrama** sirve para representar las relaciones estadísticas por medio de figuras geométricas. Hay diagramas lineales (pun-

tos y líneas); diagramas de superficie (rectángulos, cuadrados, triángulos, polígonos en general) y diagramas sólidos (figuras de tres dimensiones, que pueden estar sobrepuestas o separadas).

Conforme con las primeras definiciones, presentamos el cuadro anexo N.º 1 (véase) y por él podrá el lector imponerse de que los resultados que se estudian se encuentran agrupados en masas homogéneas (totales recaudados por comunas, departamentos, etc.); los números, como se puede ver, no están amontonados, sino



Exposición gráfica que se refiere a fondos ingresados en las cuentas F-117-1 y F-117-2 para caminos y puentes en la provincia de Santiago durante el primer semestre de 1944 (Anexo N.º 2)

**EXPOSICION NUMERICA**

(Anexo N.º 1)

DE LA RELACION DE LOS INGRESOS PARA CAMINOS Y PUENTES A LAS CUENTAS F-117-D-1 y F-117-D-2 EN LAS TESORERIAS COMUNALES QUE SE INDICAN DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 1944

COMUNAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Totales por Comunas y Departamentos
<b>DEPARTAMENTO DE SANTIAGO</b>							
Santiago	\$ 3.871.52	\$ 126.525.58	\$ 26.807.44	\$ 16.220.83	\$ 67.575.05	\$ 8.857.267.04	\$ 4.103.267.46
Nuñoa	1.084.52	18.975.92	4.675.05	5.653.63	5.437.16	226.259.78	257.066.06
San Miguel		4.972.32	15.679.55	8.594.74	12.955.29	4.934.62	47.136.52
Quinta Normal	422.90	3.060.60	1.534.80	625.10	1.805.72	58.270.20	65.718.82
Las Condes		17.434.30	7.042.—	35.918.70	13.346.80	392.482.10	466.223.90
Maipú	269.08	11.507.40	1.981.39	1.810.21	7.365.83	125.909.87	148.343.78
La Cisterna	297.80	1.812.51	6.849.70	5.532.10	2.748.93	121.574.65	138.815.69
Barrancas	704.25	478.27	5.247.69	248.62	1.024.15	45.126.12	52.829.10
Puente Alto	640.78	283.73	1.403.25	756.09	2.759.96	159.755.07	165.598.88
Renca		3.244.94	247.15	625.68	471.53	58.825.76	63.415.11
Quilicura			693.15		24.60	43.563.69	44.281.44
Pirque		802.07		2.798.15	12.255.61	13.482.95	28.838.78
Curacaví	129.92	81.51	378.65	138.65	38.594.49	2.958.36	40.281.57
Lampa		80.67	2.120.80	184.20	29.105.83	27.919.87	69.411.37
Colina		216.29	1.526.91	82.45	80.237.49	7.869.56	89.882.70
San José de Maipo	41.91	1.605.73	191.65	9.50	101.942.33	3.184.31	106.976.43
Tiltil		129.49	85.99		10.393.47	1.182.99	11.731.94
Gonchali		4.912.98	9.825.99	1.635.88	3.156.90	149.700.63	169.232.38
La Florida		498.38	1.975.49	1.111.01	1.171.59	78.718.40	81.474.87
La Granja	341.08	432.48	534.74	573.42	70.597.23	3.121.61	75.600.61
							\$ 6.216.126.41
<b>DEPARTAMENTO DE S. BERNARDO</b>							
San Bernardo		23.354.66	6.749.05	1.850.28	3.985.70	237.993.23	273.937.97
Calera de Tango			2.704.76	2.279.35	411.62	743.08	6.138.71
							\$ 280.076.68
<b>DEPARTAMENTO DE MAIPO</b>							
Buín		5.425.44	468.60	80.35	25.329.01	58.737.91	90.041.31
Paine		100.76	1.341.85		1.616.63	63.538.40	71.642.64
							\$ 161.633.95
<b>DEPARTAMENTO DE MELIPILLA</b>							
Alhué	3.669.40	575.32	36.47	78.19	11.508.03	4.375.15	\$ 20.242.56
El Monte		2.736.99	1.662.48	5.473.41	14.079.45	49.381.34	73.333.67
Melipilla		3.960.80	518.09	2.553.18	104.784.45	60.730.68	172.548.10
San Pedro		169.39	787.26	2.385.30	30.769.10	11.841.34	45.952.39
María Pinto		1.543.54	82.70	12.75	12.543.43	17.637.84	31.820.26
							\$ 343.696.98
<b>DEPARTAMENTO DE TALAGANTE</b>							
Peñaflor	993.13	2.792.30	996.27	434.10	437.77	193.502.71	\$ 199.156.28
Isla de Maipo	100.35	2.599.90	931.95	191.60	78.65	68.054.85	72.857.30
Talagante		3.689.24	1.504.20	3.668.44	1.212.64	156.293.04	166.365.56
							\$ 438.379.14
<b>DEPARTAMENTO DE SAN ANTONIO</b>							
San Antonio	939.29	9.536.98	3.423.53	1.190.25	3.255.95	109.485.34	\$ 127.831.34
Cartagena	1.258.69	2.986.43	4.304.07	700.75	1.239.—	42.320.29	52.859.23
Navidad		626.—	218.53	450.79	323.90	868.97	2.403.19
							\$ 183.148.76
<b>SUMAS TOTALES</b>	\$ 19.794.62	\$ 251.552.92	\$ 114.481.65	\$ 103.315.70	\$ 672.585.23	\$ 6.431.531.80	\$ 7.623.311.92

SANTIAGO, 30 de Junio de 1944.

**ERNESTO LATORRE A.**  
Contador R. N. 5265.

dispuestos con orden y a la simple vista sus resultados totales son de fácil comprensión, tanto es así que ellos pueden leerse, casi al mismo tiempo, tanto horizontal como verticalmente.

Al anexo N.º 2 hemos transportado algunos de los resultados del anexo N.º I, restando los datos que se refieren, o no indicándolos, de la comuna de Santiago, los que no guardan relación y proporción con los del resto de las demás comunas. Si así no lo hacemos, no podríamos desarrollar el gráfico y su escala nos llevaría muy lejos del estrecho marco del papel que hemos destinado con este objeto.

Los diagramas que diseñamos en el anexo N.º 2, ponen inmediatamente a nuestra vista los desenvolvimientos del fenómeno y manifiestan todas sus variaciones. Así, por ejemplo, por el primero sabemos que la comuna de Navidad es la que menos renta produce; en cambio, San Bernardo las aventaja a todas. Por el segundo diagrama nos damos perfecta cuenta del movimiento mensual de los ingresos en la comuna de Navidad, durante el primer semestre del año 1944. Nótese las pequeñas sumas que ingresan en Tesorería y compárense éstas con las de Cartagena y San Antonio.



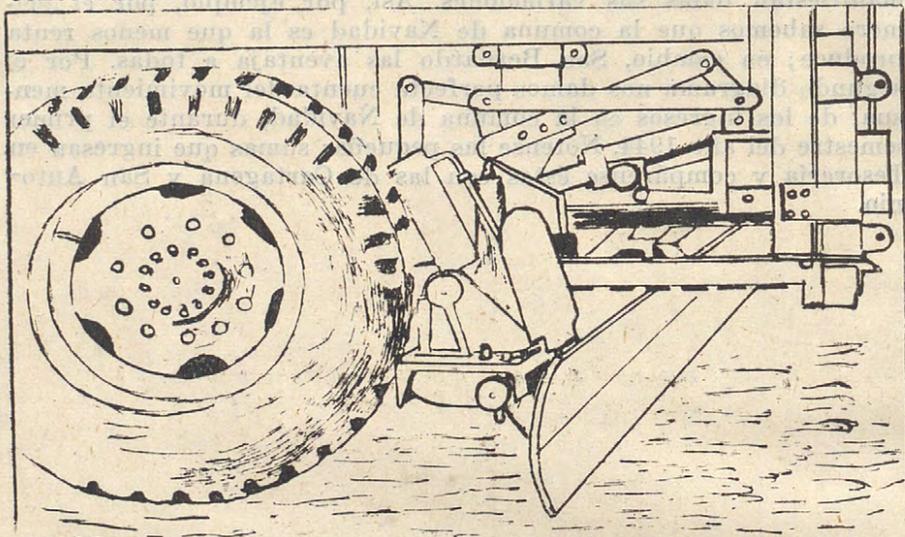
El movimiento o flujo que tendrían a la vez los trabajos del camión y la niveladora se constituiría en un elemento ideal por su economía, rápida en el traslado y ejecución de las tareas. Las máquinas portátiles han resuelto el problema con la operación de un fácil y económico equipo constructor de caminos. Consistió en la adaptación de cuchillas niveladoras a los camiones de tipo especial para conservación de carreteras, como lo hizo la firma W. H. H. Co. que en un principio se trató de adaptar al camión con resultados negativos por la fuerza inabundante.

La Willet Mfg. Company de Grand Rapids Michigan, ha perfeccionado sus cuchillas niveladoras adaptadas a camiones de tipo Diamond T de 4 toneladas, usando tales maquinarias en trabajos de nivelación en los campamentos militares, zonas de construcción de caminos y para toda clase de servicios en los campos de tierra y grava. La St. Paul Hydraulic Hoist Co. de Chicago, fabrica el camión de patrulla de un tipo de acción que reduce de un 30 a un

## UN VENTAJOSO EQUIPO PARA CONSERVACION DE CAMINOS

Por el Conductor de Obras don Roberto Formas Salazar

El gran radio de acción que debe desarrollar un equipo de conservación de caminos en un Departamento, es un factor que hace que estas faenas sean costosas y difíciles, que deben efectuarse todo el año caminero. Estos equipos, por lo general, están compuesto de un camión y su cuadrilla volante, de motoniveladora o tractor y niveladora, maquinaria que para su traslado y mantención en buenas condiciones demanda gastos subidos, que no pueden cubrirse con los escasos fondos de que se dispone para la conservación.



Una maquinaria o equipo que realizara a la vez los trabajos del camión y la niveladora, se constituiría en un elemento ideal por su economía, rapidez en el traslado y ejecución de las faenas. Los ingenieros norteamericanos han resuelto el problema con la creación de un fácil y económico equipo conservador de caminos, consistente en la adaptación de cuchillas niveladoras a los camiones de tipo especial para conservación de carreteras, (como lo indica la Fig. 1), las que en un principio se trató de adaptar al camión corriente, con resultados negativos por la fuerza insuficiente.

La Willet Mfg. Company, de Grand Rapid Michigan, ha perfeccionado unas cuchillas niveladoras adaptables a camiones de tipo Diamond T de 4 toneladas, usando tales maquinarias en trabajos de nivelación en los campamentos militares, zonas de combate, en la reconstrucción de caminos, y para toda clase de servicio en los caminos de tierra y grava.

La St. Paul Hydraulic Hoist Co. de Chicago, fabrica el camión de patrulla de un tipo de acción que reduce de un 30 a un

50 ojo el costo de la conservación caminera, y su buen éxito se debe a las siguientes ventajas sobre equipos corrientes, a saber:

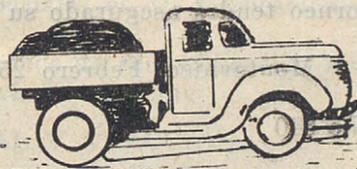
1º fácil manejo, ejecutado por una sola persona; 2º una velocidad media ventajosa; y 3º diversidad de trabajos, etc.

Damos a continuación una breve exposición de estas características de este ventajoso equipo de conservación.

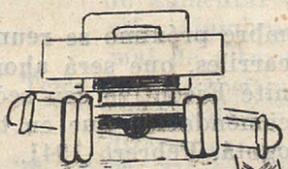
**Manejo para nivelar.**— El manejo descendente de la cuchilla es aplicado por dos arietes hidráulicos accionados independientemente, y por la acción de un dispositivo de compensación, la cuchilla queda así en posición adecuada al trabajo que se va a ejecutar; corta en lugar de raer, y se mantiene en el mismo plano al pasar por puntos blandos o por puntos duros; el material es emparejado en lugar de empujarlo solamente. Todos los gobiernos se accionan hidráulicamente, desde el asiento del conductor, desde donde se tiene completa regulación de todos los movimientos de la hoja, incluyendo el de rotación hasta 90º en ambas direcciones.



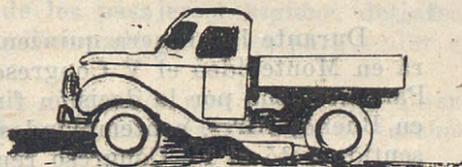
Para emparejar



Para transportar



Para hacer cunetas



Para mezclar materiales

**Velocidad media.**— En faena corre a una velocidad máxima de 24 kms. por hora, dependiendo de la clase de trabajo, los que en conservación demandan velocidades regulares en raros casos menores de 15 kms. por hora, lo que permite una velocidad media muy aceptable para un buen rendimiento diario.

**Diversidad de trabajos.**— Por las diversas posiciones a que pueden adaptarse las cuchillas niveladoras, permite ejecutar trabajos también diversos, como alisar plataformas, rebajar, formación de bermas y cunetas, para mezclar materiales, además del empleo corriente como simple camión para transporte de materiales, herramientas, obreros, etc.

# INFORMACIONES GENERALES

## V CONGRESO PANAMERICANO DE FERROCARRILES

Con motivo de la celebración del V Congreso Panamericano de Ferrocarriles, hemos recibido del Uruguay la comunicación que a continuación se inserta, y además el Programa del Congreso, que también tenemos el agrado de publicar y recomendarlo a nuestros ingenieros que deseen tomar parte en él.

La importancia y novedad de los temas hacen pensar que este torneo tendrá asegurado su éxito.

Montevideo, Febrero 25 de 1945.

N.º 640

Señor Ingeniero  
Francisco Escobar Bravo.  
Dirección General de Obras Públicas, Depto. de Caminos  
SANTIAGO DE CHILE.

De toda mi consideración:

Durante la primera quincena de Noviembre próximo se reunirá en Montevideo el V Congreso de Ferrocarriles, que será ahora Panamericano por la decisión final del Comité Ejecutivo con sede en Buenos Aires, contemplándose así la recomendación que en tal sentido votó el IV Congreso reunido en Bogotá, Febrero 1941.

Aumentaría la trascendencia del Congreso de Montevideo su coordinación con el II Congreso Panamericano de Ingeniería, a celebrarse en Buenos Aires, cuya clausura coincidirá con la apertura de aquél, reservándose para el V Congreso Panamericano de Ferrocarriles los temas de esta materia y la coordinación de medios de transporte.

Me es muy grato acompañar copia del Programa de Trabajo preparado por las comisiones competentes.

Este Comité Organizador recibirá con particular complacencia su valioso concurso prestado a la solución de los problemas ferroviarios, en su alcance técnico, económico, social e internacional.

Saludo a Ud. con mi mayor consideración.

(Firmados): **Mario Lenzi**, Presidente.— **Enrique G. Segundo**, Secretario.

# V CONGRESO PANAMERICANO DE FERROCARRILES

Montevideo — NOVIEMBRE DE 1945

## PROGRAMA DE TRABAJO

PREPARADO POR LA COMISION ESPECIAL TECNICA Y APROBADO  
POR LAS COMISIONES INTERNACIONALES PERMANENTES

### Sección A.—VIA Y OBRAS

- Tema 1º—Señales luminosas intermitentes o a destello en reemplazo de las luminosas fijas y uniformidad de las mismas.
- Tema 2º—Reglamentación internacional para el cálculo de puentes ferroviarios.
- Tema 3º—Modernización de las vías para el recorrido de trenes a altas velocidades y con grandes cargas por eje. Uso de rieles soldados y de aceros especiales en su fabricación: medios experimentales.
- Tema 4º—Economías posibles y medios de racionalización aplicados a la conservación de la vía permanente.

### Sección B.—MATERIAL Y TRACCION

- Tema 5º—Unificación del material rodante: atalajes automáticos, frenos y perfiles máximos para el tránsito internacional.
- Tema 6º—Combustibles: carbón, petróleo, leña y sucedáneos. Dispositivos para su mejor utilización, en particular ceniceros y chisperos contra incendios.
- Tema 7º—Características generales de los vehículos en el sentido de aumentar el confort de los pasajeros: higiene, desinfección, alumbrado, aire acondicionado y medios para evitar el mal de altura.
- Tema 8º—Dispositivos mecánicos adecuados que faciliten el intercambio de las mercaderías o del material en vías de trochas diferentes.
- Tema 9º—Examen comparativo técnico y económico de los diferentes sistemas y nuevos métodos de tracción.
- Tema 10.—Métodos para modernizar y aumentar la eficiencia de las locomotoras en servicio.
- Tema 11.—Señalización eléctrica con señales luminosas en las cabinas de conducción.
- Tema 12.—Mejoras en atalajes y frenos automáticos.
- Tema 13.—Talleres de fabricación y reparación. Su ubicación, dotación y funcionamiento.

### Sección C.—EXPLOTACION

- Tema 14.—Aplicaciones del teléfono, telégrafo y radio al despacho de trenes y dirección de movimiento.
- Tema 15.—Influencia de la Señalización y de las Comunicaciones en la explotación económica de un ferrocarril.

Tema 16.—Régimen al cual debe someterse la circulación de los vagones particulares en los ferrocarriles.

Tema 17.—Prevención de accidentes ferroviarios.

Tema 18.—Nuevos procesos de explotación: empleo de los automotores livianos y rápidos para el servicio de pasajeros.

Tema 19.—Aprovechamiento de vagones: disposiciones conducentes a aumentar el aprovechamiento de estos vehículos, y en especial modo de los destinados al transporte de ganados, frutas, verduras y líquidos en tanques.

Tema 20.—Influencia del bienestar de los empleados y obreros ferroviarios en el rendimiento de la explotación. Viviendas del personal ferroviario.

#### Sección D.—CONTABILIDAD Y ESTADISTICA

Tema 21.—Normas de contabilidad actualmente en uso en la explotación ferroviaria propiamente dicha y en los servicios auxiliares.

Tema 22.—Medidas para unificar la contabilidad, la estadística y la terminología ferroviaria americana.

#### Sección E.—LEGISLACION Y ADMINISTRACION

Tema 23.—Facilidades que pueden darse para la negociabilidad de las cartas de porte.

Tema 24.—Legislación más adecuada para la explotación de los ferrocarriles de propiedad del Estado y para los Particulares en su relación con el Estado.

Tema 25.—Posibilidad de internacionalizar los beneficios jubilatorios del personal ferroviario.

#### Sección F.—ASUNTOS GENERALES

Tema 26.—Situación actual de los ferrocarriles en cada país del Continente Americano y perspectivas basadas en el desarrollo económico de cada uno. Factores favorables y desfavorables que pueden gravitar en la post-guerra.

Tema 27.—Necesidad de la combinación de servicios ferroviarios en lo comercial, por la aplicación de tarifas directas, ordinarias o especiales.

Tema 28.—Modernización de la legislación ferroviaria en el sentido de dar más elasticidad a las tarifas y simplificar la reglamentación de la industria.

Tema 29.—Reglamentación del personal ferroviario:

a) Selección, escalafón y condiciones de ascenso.

b) Preparación técnica e instrucciones para primeros auxilios en casos de accidentes.

**Tema 30.**—Tréñes especiales de Turismo a fin de fomentar las:

- a) Relaciones Comerciales.
- b) Relaciones Sanitarias.
- c) Relaciones Intelectuales.
- d) Relaciones de Amistad.

### **TEMAS COMUNES**

**Con el II Congreso Panamericano de Ingeniería**

Sección A.—VIA Y OBRAS

**Tema 1º.**—Cruces entre ferrocarriles, caminos y otras vías de comunicación: aspectos técnico, legal y económico.

Sección D.—CONTABILIDAD Y ESTADISTICA

**Tema 2º.**—Análisis y clasificación de los gastos que determinen el costo de los diversos sistemas de transportes y criterio para calcularlos.

Sección E.—LEGISLACION Y ADMINISTRACION

**Tema 3º.**—Convenciones sobre tráfico internacional.

Sección F.—ASUNTOS GENERALES

**Tema 4º.**—Comunicaciones ferroviarias interamericanas: nuevos aspectos de este problema ante el desarrollo alcanzado por otros medios de transporte.

**Tema 5º.**—Coordinación de los diversos medios de transporte. Su reglamentación.

**Tema 6º.**—Estudio de los sistemas de tarifas más convenientes al interés general frente a la competencia entre los diversos medios de transporte.

### **CUESTIONARIOS SUGERIDOS**

Sección F.—ASUNTOS GENERALES

**Al Tema común 5º.**

- a — Presentación comentada de las leyes, decretos o disposiciones, que sobre coordinación de transportes se hayan dictado en cada uno de los países del Continente americano. Fallas anotadas, mejoras propuestas.
- b — Prolongación de servicios ferroviarios por carreteras o vice-versa. Servicios carreteros transversales entre líneas férreas paralelas o vice-versa.

- c — Substitución de líneas o ramales secundarios de tránsito antieconómico por otros medios de transporte.
- d — Inconvenientes de la superposición de nuevos servicios, con inversión de nuevos capitales, en zonas, o rutas que ya están ampliamente servidas por los medios actuales.
- e — Conveniencia de que todos los servicios públicos de transporte terrestre se ajusten, en cada clase de servicios que presten, a una tarificación homogénea (nomenclatura de artículos, condiciones de aplicación, precios).
- f — Medios para equilibrar la situación financiera de los distintos sistemas de transportes en forma equitativa. Cámaras compensadoras regionales o nacionales.
- g — Modificaciones a introducir en las legislaciones para permitir el funcionamiento de esas Cámaras compensadoras.
- h — Conveniencia del seguro obligatorio de pasajeros y de carga para todos los medios de transporte.

#### Al Tema común 6º.

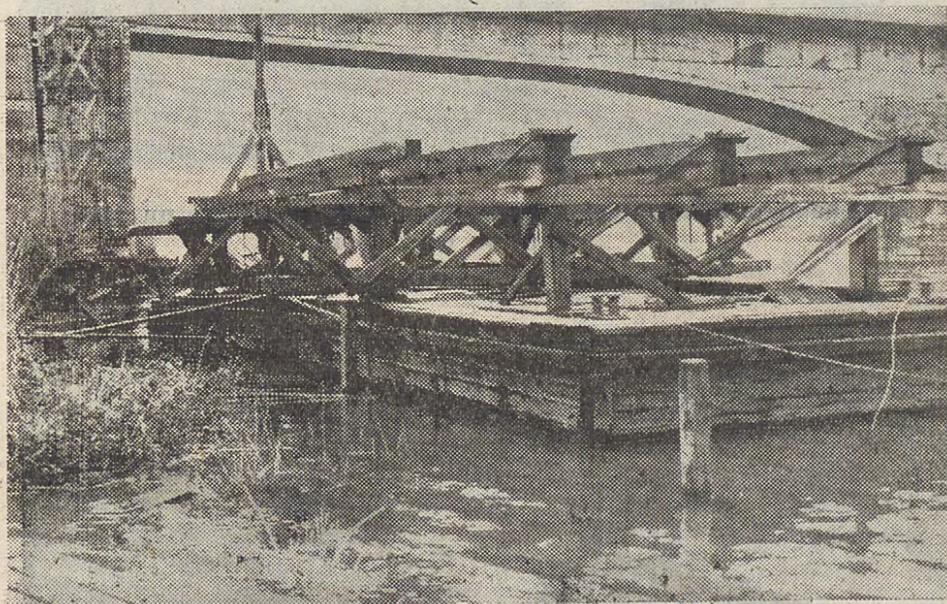
- a — Simplificación de tarifas, reducción del número de tarifas especiales, estabilidad, adaptación de la escala de mínimas a las exigencias de cada tráfico, etc.
- b — Tarifas de pasajeros. Fomento del turismo.
- c — Adopción por todos los ferrocarriles de la cláusula que permita, a efectos del aforo, la agrupación de cargas enviadas desde una misma localidad por un solo remitente a varios consignatarios en otra localidad, o de varios remitentes de una localidad a un solo consignatario.
- d — Tarifas elásticas de máxima y mínima entre límites alterables por iniciativa del ferrocarril en períodos determinados, previo aviso al público con una anticipación reducida.
- e — Normas prácticas para reglar la competencia entre empresas ferroviarias.

1945

## PUENTE CALLE-CALLE

El puente Calle-Calle en las Animas queda ubicado sobre el río Calle-Calle en la Ciudad de Valdivia, uniendo esta ciudad con Las Animas, frente al cementerio Alemán. Servirá al nuevo camino longitudinal a Puerto Montt que pasa por Valdivia y La Unión.

Características de la obra: La superestructura de este puente tiene una longitud total de 212,75 mts., formada por tres tramos en viga Gerber de 49,00 — 65,00 y 49,00 mts. y dos tramos de acceso, de los cuales el de Las Animas tiene una longitud de 20,45 mts. y el de Valdivia está formado por un marco de 14,00 mts. de longitud, el cual deja una pasada inferior libre de 7,00 mts.



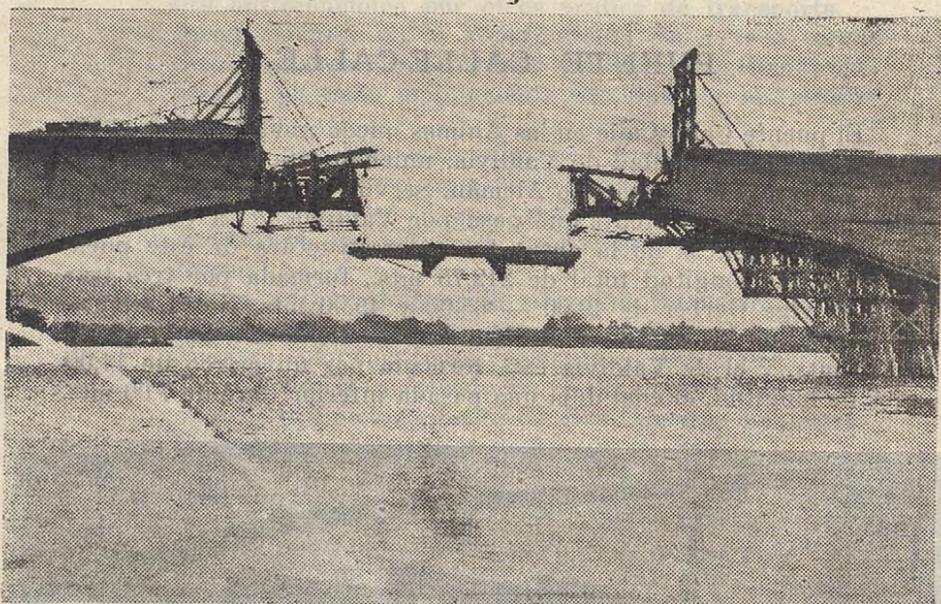
Andamio Central del puente Calle-Calle, en lancha

para una proyectada avenida costanera y un puente de dos tramos con una longitud de 12,30 mts.

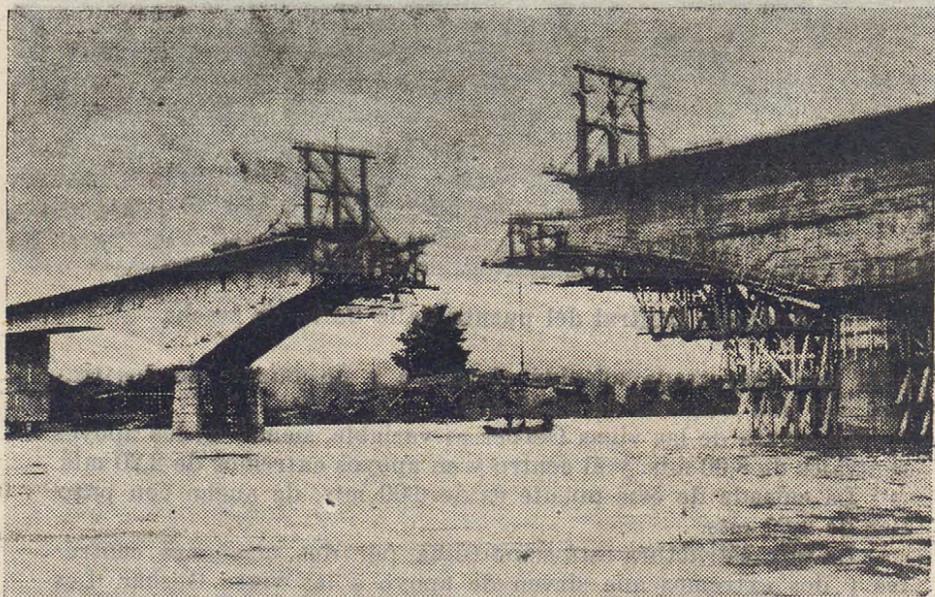
La altura de las vigas Gerber es variable, siendo en los apoyos centrales de 8,00 mts. y al centro y en apoyos extremos de 2,20 mts.

La calzada de este puente es de 6,00 mts. de ancho con pasillos de 1,60 mts.

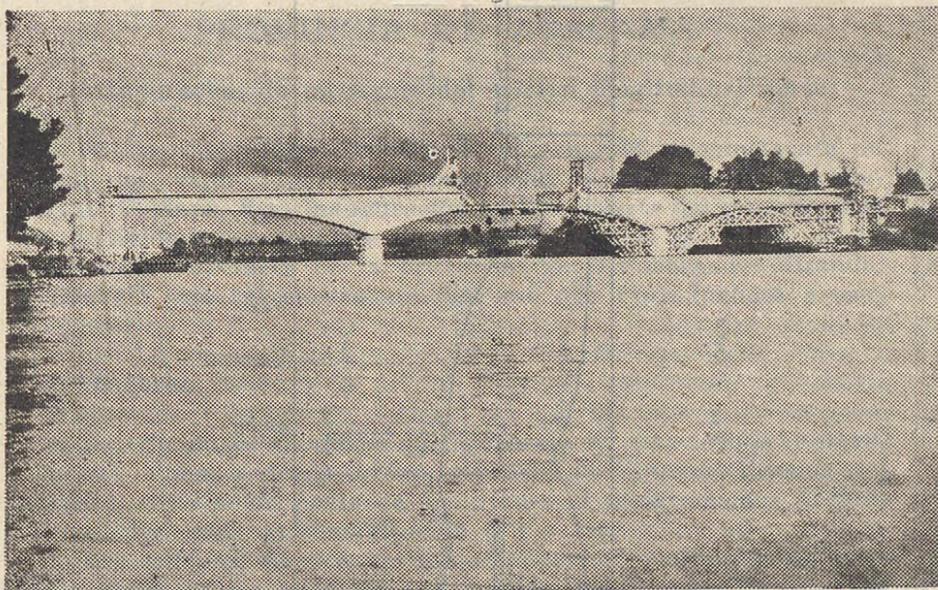
La infraestructura está constituida por dos machones centrales y dos extremos que sirven de apoyo a las vigas Gerber. Los machones centrales están formados por una elevación de 8,65 mts. de altura, cuyo ancho varía de 4,00 mts. en la base a 3,00 mts. en



**Andamio Central del puente Calle-Calle. Le falta un metro para su colocación**



**Andamio Central al puente Calle-Calle en el aire**



**Vista general del puente Calle-Calle el día 3 de Julio de 1944**

la parte superior, y por un cajón de 6,30 mts. de ancho, mediante el cual se consigue la fundación directa. La profundidad media de estos cajones es de 26,50 mts., quedando enterrado un término medio de 18,00 mts.

La profundidad media del río es de 9,00 mts. con aguas mínimas, siendo la máxima de 14,00 mts. Con aguas máximas esta profundidad aumenta en 3,40 mts.

Este puente deja, para la navegabilidad, una altura libre de 14,00 mts. sobre aguas mínimas.

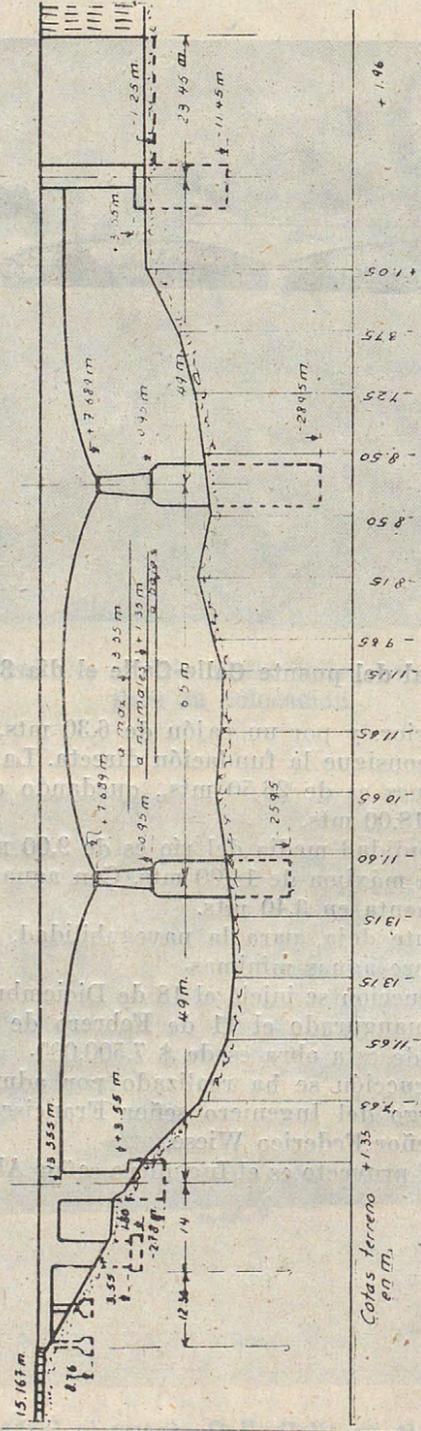
Su construcción se inició el 18 de Diciembre de 1938, y fué solemnemente inaugurado el 11 de Febrero de 1945.

El costo de esta obra es de \$ 7.500,000.

La construcción se ha realizado por administración, estando la obra a cargo del Ingeniero señor Francisco Hernández, asesorado por el señor Federico Wiese.

Autor del proyecto es el Ingeniero señor Alberto Claro Velasco.

PUENTE CALLE EN LAS ANIMAS. Esc. 1/1000



## PROVINCIA DE ATACAMA

### Inauguración de un tramo del camino longitudinal norte

El día 8 de Diciembre de 1944 se inauguró solemnemente un tramo del camino longitudinal norte que sirve de acceso a la ciudad de Copiapó. Esta inauguración formaba parte del programa de las festividades centenarias de Copiapó.

El señor Ingeniero de la provincia don Hildebrando Miranda, pronunció, con tal motivo, un discurso que reproducimos a continuación:

**“Señores:**

La Oficina de Caminos que, generalmente, tiene que desarrollar sus labores rodeada de las críticas y de la incomprensión del público, tiene como norte de sus afanes el mejoramiento progresivo de las rutas de comunicación.

Los caminos, como es de todos conocido, constituyen las arterias vitales de los pueblos; una medida del progreso de un país puede estimarse en relación con el estado de sus carreteras. El progreso, la producción y la movilización de los pobladores exigen, con justificada razón, que las rutas de tránsito estén cada día mejores, y para ello la Oficina tiene que desarrollar sus trabajos sin contar comúnmente con los recursos que serían precisos; el financiamiento del servicio de caminos tiene aún deficiencias fundamentales que es de esperar que pronto sean eliminadas. A cumplir este propósito, pende hoy de la consideración del Congreso Nacional un plan extraordinario de obras públicas, cuya aproba-



Camino "Ingeniero Francisco San Román"

ción se ha de traducir en un rápido y eficiente progreso de nuestras rutas camineras.

A la Oficina de mi cargo le ha correspondido últimamente abordar una obra que constituyó una sentida aspiración de Copiapó; el camino internacional a Tinogasta por el Paso a San Francisco.

No obstante, haberse contado con una suma muy exigua de fondos para obra de tanto aliento e importancia, puedo con satisfacción decirles que ya ello es una realidad, y elocuente demostración de ello es la creciente corriente de visitantes argentinos y chilenos que viajan cada temporada por esta ruta. Indudablemente que queda aún mucho por hacer, como construir algunos refugios que den mayor seguridad al tránsito, ensanchar algunos sectores, afirmar el piso de otros y algunas obras de menor importancia, pero contando con el plan extraordinario que ya mencioné, espero que dentro de algún tiempo se podrá viajar con toda comodidad y seguridad, en el día, de Copiapó a Tinogasta; hoy día, ello también es posible, pero suelen presentarse algunas molestias derivadas del largo trayecto y de la gran altura que hay que salvar; a este respecto debe recordarse que el conocido corredor chileno, señor Kartulovic, lo calificó justificadamente como el camino internacional más alto del mundo.

También le ha correspondido a esta Oficina en los últimos tiempos abordar la solución definitiva de los caminos de acceso a Copiapó; se construyó la Avenida Juan Martínez, que eliminó los sinuosos callejones que había que salvar para salir al camino a Caldera, y más abajo se eliminó el callejón de Chamonate, que fué serio obstáculo del tránsito a Caldera, por muchos años; en la actualidad este camino está siendo mejorado y rectificado en la medida de los recursos de que se ha podido disponer.

El camino longitudinal en la Provincia, que constituye un tramo de la gran Carretera Panamericana, y cuyo desarrollo es tan considerable que desde el Límite con la Provincia de Coquimbo en Pajonales, hasta el Límite con Antofagasta en Las Bombas, hay más de 500 kilómetros, o sea, la distancia que existe partiendo de Santiago al Sur, hasta llegar más allá de San Rosendo; una buena comparación de tan grande distancia es mencionar que mientras 500 kilómetros de carreteras se necesitan acá para cruzar la provincia, con ese mismo kilometraje se atraviesan ocho provincias de la zona central de Chile.

Este camino ha merecido preferente atención, y es así como el sector de Pajonales a Vallenar está casi terminado, y el de Vallenar a Copiapó, famoso por las dunas de arena que han significado el martirio de muchos automovilistas, dentro de poco quedará acortado en 40 kilómetros, y con los arenales completamente eliminados por una buena carretera con afirmado de grava. El Sector de Copiapó al Norte será abordado en el próximo año, y será mejorado en su trazado general.

Desde luego, esta Avenida que en este momento inauguramos.

es el primer paso de la rectificación del camino longitudinal Norte y es seguida por la nueva ruta por la calle Chañarcillo, calle Nueva y finaliza en Paipote.

Queriendo la Oficina de Caminos rendir un merecido homenaje a una de las figuras más ilustres de la ingeniería, que naciera en esta misma ciudad el año 1838, ha denominado a esta Avenida con el nombre de **INGENIERO FRANCISCO SAN ROMÁN**.

El señor San Román, ingeniero, escritor y servidor público, hijo de don Francisco San Román y Navarro, Gobernador de la Provincia argentina de San Juan en 1825, y de la señora Presentación San Román, está, de consiguiente, enraizado con la vecina República hermana.

Su ilustre padre fué por muchos años Cónsul argentino en Copiapó. El señor San Román hizo sus estudios en la antigua Escuela de Minería de Copiapó y, en seguida, cursó la carrera de Ingeniero; más tarde ejerció de profesor de la Escuela de Ingeniería, e inició su profesión en las exploraciones del Desierto de Atacama, magna tarea en épocas en que no existía el ferrocarril longitudinal y había que recorrer el desierto a lomo de mulas únicamente. Estuvo en Buenos Aires, donde permaneció hasta 1883, época en que fué designado por el Presidente Santa María, Ingeniero Jefe de los estudios de reconocimiento del Desierto de Atacama; dió termino, al cabo de algunos años, a este trabajo en forma por demás honrosa para Chile, mereciendo los más elogiosos conceptos de parte de importantes corporaciones científicas europeas. En 1891 el Presidente Balmaceda le confirió la misión de representar a Chile en el Congreso Internacional de Geología de Berna, lugar donde, no obstante, estar terminado el plazo para presentación de trabajos, se acordó extraordinariamente recibir los del Ingeniero San Román, en atención a la importancia de los que presentaba; conocido el mérito de sus trabajos se le confirió colocación de honor. Numerosas otras honrosas misiones desempeñó el señor San Román con brillo para el país y para su tierra de origen, Copiapó. Haciendo galas de un estilo fácil y ameno, dejó escritas algunas obras relacionadas con el desierto de Atacama, de las cuales es muy interesante la que narra en forma anecdótica las peripecias e incidentes de su larga campaña en el desierto, y que tiene por título "El Desierto y Cordilleras de Atacama"; las otras corresponden al orden científico, tanto de carácter geológico como topográfico.

Cúpole, además, al señor San Román defender con calor, justicia y erudición, los derechos que le correspondían a Chile en un sector de la Puna de Atacama, que en aquel entonces nos disputaba el país hermano por apreciación de las más altas cumbres divisionarias. El Ingeniero San Román, profundo conocedor de las cordilleras, demostró en forma irrefutable que la línea de divorcium acuarum quedaba en el cordón más oriental de la cordillera, o sea, el que ahora delimita ambos países. Cúpole también

ser uno de los que trazaron el ferrocarril longitudinal que comunicó por vía terrestre a la Capital de Chile con la Provincia de Tarapacá

Es por esto, señores, que se ha estimado que Copiapó no ha cumplido debidamente aun con uno de sus más ilustres hijos, pleno de glorias civiles y científicas, y queremos ahora perpetuar su recuerdo colocando su nombre a una de las avenidas, llamadas en el futuro, a ser una de las más bellas de Copiapó.