

BRITISH MUSEUM

BIBLIOTECA

Esta revista fue fundada en
abril de 1927, apareciendo su
primer número con el formato
de un boletín.



TEMUCO.—Plaza Aníbal Pinto y sus alrededores.

BIBLIOTECA

Revista de Caminos

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS DE CHILE

— PRIMER TRIMESTRE

Año 1951

REVISTA DE CAMINOS



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

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

CASILLA 153

TELEFONO 85231

SANTIAGO DE CHILE

O F I C I N A :

MORANDE 71 — Edificio del Ministerio de Obras Públicas y
Vías de Comunicación (Entrepiso)

PRECIOS DE SUSCRIPCION:

En el país	\$	80.00
En el extranjero		120.00
Número suelto en el país		30.00
Número suelto en el extranjero		40.00

REVISTA DE CAMINOS

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS

CONSEJO DIRECTIVO:

Oscar Tenhamm Villalón; Director General de Obras Públicas.
Ernesto Berríos Waidele; Director del Departamento de Caminos.
Héctor Escobar Terán, Ingeniero Jefe.

CASILLA 153. — SANTIAGO DE CHILE.

Año XXV — Santiago de Chile, Primer Trimestre — 1951

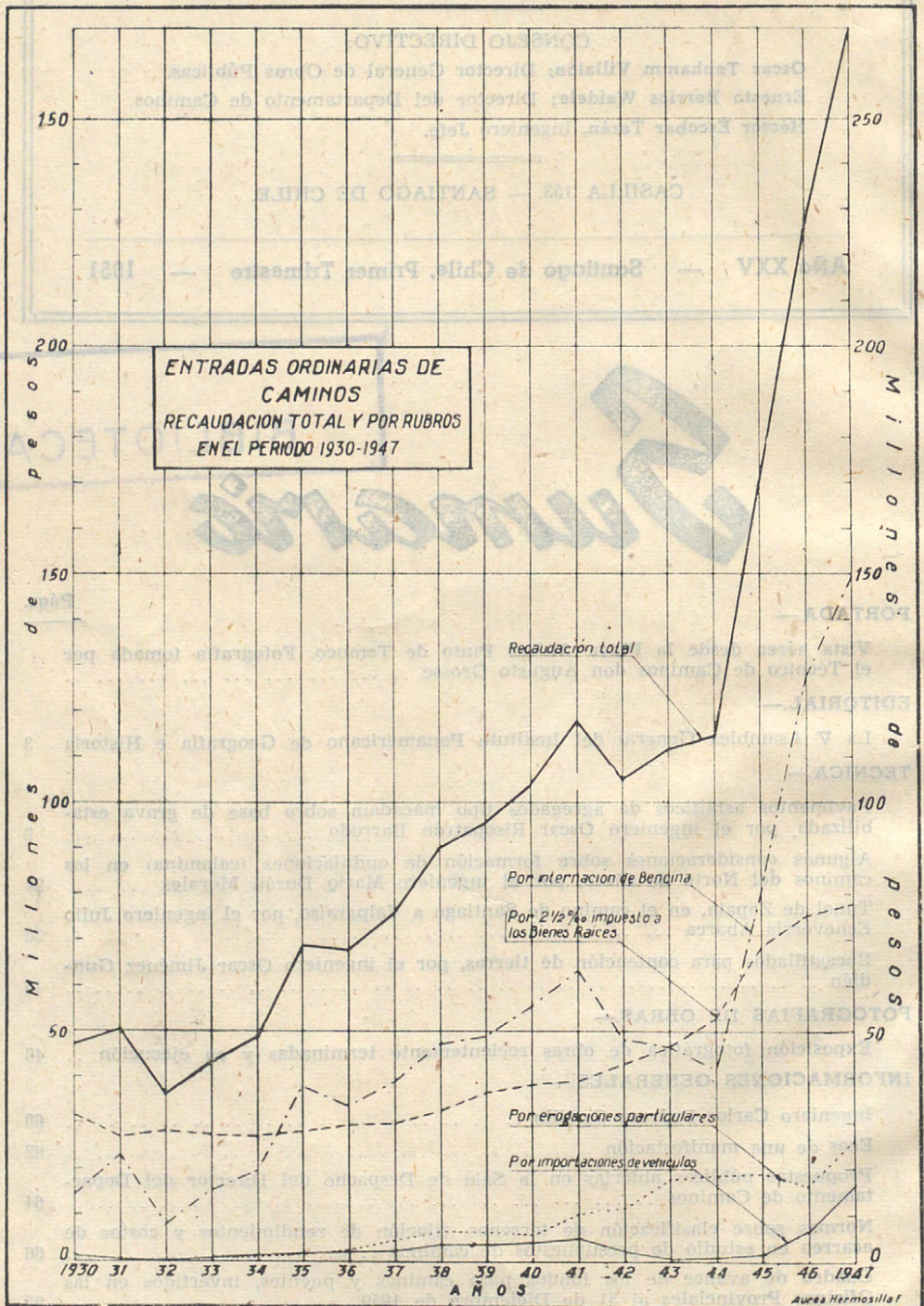
Sumario

BIBLIOTECA

	Págs.
PORTADA.—	
Vista aérea desde la Playa Aníbal Pinto de Temuco. Fotografía tomada por el Técnico de Caminos don Augusto Grosse	9
EDITORIAL.—	
La V Asamblea General del Instituto Panamericano de Geografía e Historia	3
TECNICA.—	
Pavimentos asfálticos de agregados tipo macadam sobre base de grava estabilizada, por el ingeniero Oscar Risopatrón Barredo	9
Algunas consideraciones sobre formación de ondulaciones (calamina) en los caminos del Norte de Chile, por el ingeniero Mariq Durán Morales	24
Túnel de Zapata, en el camino de Santiago a Valparaíso, por el ingeniero Julio Echeverría Abarca	38
Encastillados para contención de tierras, por el ingeniero Oscar Jiménez Gundián	46
FOTOGRAFIAS DE OBRAS.—	
Exposición fotográfica de obras recientemente terminadas y en ejecución ..	48
INFORMACIONES GENERALES.—	
Ingeniero Carlos Pedrasa Castillo	60
Ecos de una manifestación	62
Propuestas públicas abiertas en la Sala de Despacho del Director del Departamento de Caminos	64
Normas sobre clasificación de terrenos, fijación de rendimientos y costos de acarreo en estudio de presupuestos de caminos	66
Cuadro de avance de los fondos para caminos y puentes, invertidos en las Oficinas Provinciales al 31 de Diciembre de 1950	85
Indice de temas camineros aparecidos en revistas recibidas	87
Prensa técnica	90

Gráficos relacionados con los caminos chilenos

ORGANO OFICIAL DEL DEPARTAMENTO DE CAMINOS



Editorial

BIBLIOTECA

La V Asamblea General del Instituto Pan-Americano de Geografía e Historia

I

En el sentido más amplio de la palabra, la Historia es el conjunto de los episodios, con sus avances y sus retrocesos, de la lucha humana por la existencia. Es la sucesión de actos, pruebas, representaciones, intenciones y realizaciones pequeñas y grandes, por las cuales el ciudadano se esfuerza en adaptarse a las condiciones naturales y artificiales en el medio en que ha nacido y tiene que vivir, y con ayuda de los cuales trata de satisfacer sus necesidades y sus anhelos. Por eso se ha dicho que el que hace la Historia, es decir, el historiador, es el profeta del pasado, un vidente que averigua o adivina el pasado en vez del porvenir. En cambio, la Geografía ha sido definida por científicos eminentes como la ciencia de la localización en la superficie de la Tierra, como la ciencia del medio ambiente, que se preocupa de estudiar las relaciones entre el hombre y la naturaleza. Si hay en esta disciplina científica un dominio en el cual, por lo preciso de los datos y por su carácter material, no caben definiciones deformadoras, ese dominio pertenece a la Geografía. Ella habilita al ciudadano y a las comunidades para hacer un empleo cada vez más adecuado de los recursos naturales y humanos considerando que constituye como ciencia útil un instrumento por excelencia de todo progreso verdadero.

Lo que caracteriza a una verdadera Ciencia es la facultad de precisar de antemano, mediante la medición, la observación o el razonamiento lo que debe producirse en determinadas condiciones, lo cual puede hacerse porque ha conseguido adquirir el conocimiento de las leyes cuyos fenómenos constituyen su expresión y porque esas leyes obran de modo invariable mañana, lo mismo que hoy y ayer. Con el auxilio de métodos y prácticas científicas ha podido el investigador observar los grupos de hechos particulares y establecer primero las hipótesis y buscar después las teorías, las que desarrolladas por el razonamiento le han conducido a obtener conclusiones, resultados e inferencias de las condiciones en que ocurren, de modo que puedan los grupos de hechos o fenómenos que estudia interpretarse en la forma más precisa posible. Tiene importancia, en consecuencia, establecer cuáles son las características fundamentales de los métodos de razonamiento. Los hechos en estudio deben establecerse, como ya lo dijimos, con exactitud y procurar definirlos en forma cuantitativa y mensurable. Una vez que ellos han sido observados y registrados corresponde clasificarlos en categorías, de acuerdo con las afinidades que indican los datos. El proceso de la clasificación revela a su vez principios o generalizaciones que aparentemente pue-

den caracterizar el comportamiento del fenómeno que se investiga. De aquí nacen las hipótesis y posteriormente las teorías. Toda teoría encierra en consecuencia un cierto porcentaje de probabilidad. Después que han sido verificadas estas teorías, sometiénolas a pruebas a fin de constatar si se conforman en su totalidad con los hechos se podrán establecer las leyes científicas que es el fin último de la Ciencia.

Es verdad que el conocimiento de los hechos históricos no responde como el de los fenómenos naturales a una necesidad biológica, pero, en cambio, satisface una necesidad psicológica propia del hombre, y sobre todo una necesidad sociológica. La Sociología es la historia natural de la especie humana que tiene sus cultores analíticos en los historiadores y sus intérpretes sintéticos en los sociólogos. La Sociología es la Historia sin nombres propios y la Historia es la Sociología que se ha hecho concreta e individualizada. La relación entre una y otra es muy parecida a la que existe entre el Álgebra y la Aritmética. La Historia, dice Cousin, siguiendo a Hegel: "Es el desarrollo de la Humanidad en el tiempo y " en el espacio, y la noción de desarrollo implica o envuelve la idea de progreso". Y entre las causas del progreso, decimos nosotros, de una nación, y de las modalidades que le son propias, perfectamente entrelazadas se señala siempre entre las primeras la Geografía; la situación y configuración geográfica de los países, el clima, la raza y la riqueza del suelo. La influencia de estos factores en la vida de los pueblos y de sus civilizaciones ha sido enorme. Allí están para comprobarlo las civilizaciones primitivas que surgieron al amparo de situaciones geográficas favorables: Egipto, Caldea, Fenicia, Grecia, Roma, Francia, Inglaterra y los Estados Unidos de Norte-América.

"La civilización de la Humanidad, dice Tomás Carlyle, se ha elaborado primero en la mente de un grupo de hombres superiores dotados de una fuerza de pensamiento y de voluntad más grande, de una atención más aguda y más sostenida, de una conciencia más comprensiva, de asociaciones más ricas, de un sentido de la realidad más despierto, en suma, de una energía más poderosa de las células cerebrales". El trabajo lento de adaptación merced a la cual la Humanidad vive, es realizado detrás de las figuras de primer plano por los investigadores científicos. Estos son en realidad los educadores de la Humanidad. Todo progreso, todo descubrimiento, toda mejora de las leyes, de las instituciones y de las costumbres, será de origen de una nación, de un grupo de naciones, o bien, sugerido por una sola y grande personalidad, pero, en definitiva será realizado por grupos numerosos. Quizá sea un sabio el que determine su última precisión o su exposición, pero, será esencialmente el producto y fruto del trabajo colectivo de generaciones enteras de estudiosos y científicos, los que creen y den forma definitiva a esas mejoras o aquellos descubrimientos.

Los descubrimientos son el producto del deseo de conocer; en cambio, los inventos técnicos se originan bajo el aguijón de la necesidad. La aspiración de los hombres traza a los inventores la dirección, polariza su pensamiento. En cuanto la Ciencia realiza un descubrimiento, los inventores se apoderan de él y se esfuerzan por hacerlo servir a la realización práctica de necesidades inmediatas o de fantasías inmemoriales. En cambio, los descubrimientos que no prometen la satisfacción de una necesidad humana quedan olvidados. Lo mismo sucede en el campo de la investigación científica en su conjunto; no se observa más que lo que está preparado para ver, descubriendo principalmente los fenómenos que están de acuerdo con los conocimientos del momento y evolucionando casi exclusivamente a lo largo de la línea que señala la necesidad humana.

El deseo de saber y la pasión por el conocimiento constituye una cualidad fundamental del género humano; es la primera arma en la lucha por la existencia. Hace ya mucho tiempo que el ciudadano no vive solamente de condiciones

naturales, sino que su instinto de conservación lo llevan y lo impulsan además de la naturaleza que lo rodea y donde siempre mantuvo su curiosidad innata a los fenómenos sociales de los cuales depende. Entre él y la naturaleza está la sociedad en la cual él ocupa un sitio de privilegio y dentro de la sociedad están las instituciones, en el marco de las cuales su vida se desenvuelve. Saber orientarse en la naturaleza, evitar lo perjudicial y encontrar lo útil, tal es para todo ser vivo hoy día la condición de su conservación.

II

En la Sexta Conferencia Internacional de los Estados Americanos realizada en La Habana, en el mes de Enero de 1928, se aprobó la resolución que creó el Instituto Pan-Americano de Geografía e Historia. Su cuna fué la República de México que se ofreció como sede de sus estudios y deliberaciones, y donde inmediatamente se construyó un edificio especial donde ha funcionado una oficina permanente. Cuatro años más tarde, en 1932, se realizó en Río de Janeiro la Asamblea Inaugural; después vinieron las de Washington, Lima y la Cuarta Asamblea General de Caracas en 1946, que celebró un acuerdo con la OEA, desde cuya fecha se constituyó en organismo especializado de ésta y designó a Santiago de Chile, como sede de la V^a. Asamblea General para 1950. Fué después en la IX^a Conferencia Internacional Americana de Bogotá en 1948 donde se estableció la obligación moral, como una de las primeras manifestaciones de la nueva etapa en la Organización de los Estados Americanos, el prestar preferente y decidida atención y colaboración a las deliberaciones de los organismos científicos creados para mejorar el entendimiento entre los países y estrechar sus relaciones, a fin de que los acuerdos y recomendaciones de aquellos organismos no quedaran incumplidos u olvidados.

Nos corresponde ahora decir algunas palabras sobre la organización del IPGH y sobre el papel que para el futuro tiene este organismo científico en la Planificación Económica y Social de América. Ya su obra, en los pocos años que van corridos, se mide concretamente por el volumen creciente de sus publicaciones y por el respeto y simpatías que sus actividades despiertan en los medios científicos de los Estados Americanos. El Instituto Pan-Americano de Geografía e Historia (IPGH), está dividido en tres Comisiones principales: Cartografía, Geografía e Historia, y estas Comisiones a su vez están clasificadas en diversos Comités. La Comisión de Cartografía está subdividida en seis Comités y tres Sub-Comités siendo los primeros, Geodesia, Cartas Topográficas y Aerofotogrametría, Cartas Aeronáuticas, Hidrografía, Cartas Especiales y Levantamientos de Areas Urbanas. Los Sub-Comités son: Gravimetría y Geomagnetismo, Sismología y Mareas. La Comisión de Geografía tiene cinco Comités: Geografía Física y Biogeografía, Geografía Humana, Geografía Regional, Geografía de las Américas y Metodología. La Comisión de Historia está subdividida en los siguientes Comités: Archivos, de Folklore, el Movimiento Emancipador, el Programa de la Historia de las Américas, Antropología y finalmente, Historia de las Ideas.

Historiadores, Geógrafos y Cartógrafos de América, se reunieron en Santiago de Chile, en Octubre de 1950, a deliberar y estudiar, no ya la simple ubicación geográfica de las naciones americanas, sino que se trataba ahora de fijar y establecer lo que es de urgencia más inmediata, y desde el punto de vista científico más aprovechable en cada país. ¿Cuáles son las rutas que estimula y señala el IPGH en todos estos estudios? Vamos a enumerar y resumir solo unas pocas; las más simples y comprensivas: Confeccionar mapas y cartas geológicas de suelo y de capacidad de uso de la tierra, a fin de que se procure conseguir una racional explotación de los recursos naturales, promoviendo la presentación cartográfica del resultado de las investigaciones sobre recursos naturales y pobla-

BIBLIOTECA

ción; estudiar las áreas de Colonización actual y las áreas que están en condiciones de recibir colonos para una acción futura; que por todos los medios posibles se complete la triangulación base, de Centro y Sud-América de modo que pueda hacerse un ajuste general de ella. Entre los numerosos acuerdos y recomendaciones sobre Sismología, es de interés señalar aquellos que se refieren a los estudios experimentales para determinar los valores que necesita el Ingeniero que se dedica al proyecto y cálculo de construcciones asísmicas y cuyo archivo y Biblioteca Central del Sub-Comité se encuentra actualmente en Santiago de Chile; que los países que no tengan Mapoteca Nacional organicen un servicio de esta naturaleza y estimulen el canje de publicaciones cartográficas; que se confeccione un Atlas didáctico de Historia de América, como asimismo otro con los datos demográficos y económicos; que se estimulen como parte del programa de asistencia técnica-geográfica, los estudios de los materiales básicos y de los recursos humanos de cada Estado Americano, afin de descubrir las capacidades reales y potenciales del incremento de la producción económica, para mejorar los métodos de distribución de los productos agrícolas, y crear así mejores condiciones de vida a través de toda América, particularmente en las áreas problema. A fin de acrecentar el consumo y procurar mejor nutrición de todas las clases sociales, alentar la realización de estudios de las actuales fuentes potenciales de abastecimientos alimenticios con especial referencia a las demandas creadas por la rápida urbanización e industrialización. Iniciación del plan de confección y elaboración de la Geografía de las Américas sobre bases pre-establecidas, como también, aprobar los trabajos realizados por la Comisión de Historia para fomentar el estudio, la enseñanza y el programa de la Historia de América.

Sería para nosotros demasiado extenso señalar en este editorial el material y los fundamentos científicos que deben abordarse y que se estudiaron de inmediato en la Vª Asamblea en cada uno de los ramos técnicos que acabamos de enumerar. Más que la materia misma creemos del mayor interés conocer el espíritu que alentaba a las diversas delegaciones en los días de la inauguración de la Vª Asamblea General, y para ello nos basta con repetir las palabras que pronunciara el delegado de México al referirse a estos estudios: "Venimos, decía, a laborar con el máximo de cariño y entusiasmo para dar un paso más, subir un nuevo escalón en el conocimiento de América. Estamos seguros, agregó, que estas reuniones acercarán más nuestros espíritus y estrecharán más nuestro cariño y comprensión mutuos. Venimos a ampliar el concepto de nuestras patrias para fundirlas todas ellas bajo el sentido más amplio de la confraternidad continental".

El ideal que ha inspirado en todos los tiempos a los hombres más abnegados, y de espíritu más noble y desinteresado, ha sido siempre el ideal de bondad, de servicio, de sacrificio y de amor a sus semejantes. Disminuir en la medida de sus fuerzas la suma de los sufrimientos en la Humanidad a fin de hacer la vida más digna de ser vivida. Detrás de todas las apariencias y de todas las ilusiones encontramos siempre la manifestación del instinto vital, y este reviste sucesivamente la forma de la ilusión y del saber que constituyen, en una serie ascendente, la forma humana de adaptación a la naturaleza.

Entre nosotros, los chilenos, en los últimos cincuenta años, ha sido sin duda entre varios, el ex-Presidente de la República, Don Arturo Alessandri Palma, que tuvo como evangelio durante su vida entera, y hasta pocas horas antes de su muerte, la doctrina de la confraternidad americana, quien luchara con mayor ahínco por dar forma a aquellos ideales de bondad. Y ante el altar de los recuerdos, no podemos dejar de mencionar al Capitán General, Don Bernardo O'Higgins, Director Supremo de Chile, y repetir las palabras con que el presidente de la Delegación de Uruguay, ante la Vª Asamblea del IPGH se refirió a él: "Al primer ciudadano chileno, figura cumbre de su patria, que al igual que los demás Libertadores de Patrias Americanas no supieron medir sus sacrificios ni el de sus

pueblos, para crear esta hermandad de países libres que son una indiscutible esperanza para el mundo”.

Pero, después, en la segunda mitad del siglo XIX, la “élite” de la cultura americana trabajaba aisladamente olvidando su continuidad geográfica y su común origen histórico; desconociendo su semejanza de instituciones políticas nacidas todas de la soberanía popular. Este era sin duda un signo de aquella época, afortunadamente ya pretérita. Los tiempos contemporáneos, en cambio, lo repetimos, se caracterizan por el espíritu de asociación, por los vínculos de la cordialidad humana, la amistad, la simpatía y el interés de cada uno por ayudarse abnegadamente.

III

Los Estados Americanos vinculados por lazos de tradición histórica, de lenguaje y de un común origen vivieron en el siglo pasado dándole las espaldas al porvenir del Continente Americano que ellos mismos habitaban. Trabajaron durante un siglo aislados, como si nada les interesara la mayor felicidad del conglomerado humano de sus naciones limítrofes. En un caso era la indiferencia o el egoísmo del poderoso que ha llegado a la cima y procura que ella sea inaccesible; en otros, en su gran mayoría, el aislamiento era fruto del resquemor, de la duda, de la desconfianza que inspira el vecino que silenciosamente se afana por surgir. Pero, para suerte nuestra, todo esto y aquello pertenece al pasado; lo que caracteriza a nuestra época y muy en especial a la OEA, se decía en la Asamblea General, “ en la sesión plenaria del IPGH, es la trabazón de todos los esfuerzos, la discusión en común, la crítica constructiva, el apoyo recíproco para que el menor “ impulso de energía espiritual pase a provecho del bien colectivo, y el IPGH “ es uno de estos organismos nuevos, deliberantes, que trabajan en forma muy efectiva por crear ese ambiente nuevo de colaboración científica. De todas las materias que abordó el IPGH, en la Vª Asamblea General, sin duda la de mayor preocupación y dedicación fué la Cartografía con sus múltiples temas. Existe una verdadera ansia por conocer pronto América en su vasta extensión territorial y este interés se materializó en las 78 Resoluciones aprobadas. Las cartas aerofotogramétricas, las cartas hidrográficas, los levantamientos geodésicos y topográficos son reglamentados, estudiados y orientados al máximo de la eficiencia, junto a la rapidéz y a la precisión.

La Historia de los hechos es la base de la Historia de las ideas, y los hechos son la realidad de cada época, la fuente del conocimiento de la verdad, la fuente donde el teórico concentra sus reflexiones. En el siglo pasado, en el orden económico, por ejemplo, los factores clásicos del fenómeno productivo eran; la tierra introducida por los fisiócratas; el trabajo señalado por Adam Smith y el capital aportado por la escuela manchesteriana de Ricardo; pero, lo importante siempre, entonces como ahora era y es, poder captar las doctrinas o teorías y después saberlas poner al servicio exclusivo de la realidad ambiente. De aquí deducimos nuevamente otro aspecto de la importancia de los estudios del IPGH. La comprensión espiritual del estudio de las tres rutas más seguras para llegar al conocimiento integral de una zona, de una nación o de un Estado; su Historia, su Geografía y principalmente su Cartografía. Cuando la riqueza está resguardada por montañas altísimas e inaccesibles, por selvas y bosques impenetrables e insalubres y por desiertos inhospitalarios y esos elementos son además desconocidos, tal riqueza en esa zona o en esa nación es un mito o una ficción, que no perturba al hombre de ciencia, cuya verdad no puede torcerla nunca para adaptarla a pasiones e intereses que se mueven en el escenario del medio que lo rodea.

Desde la segunda mitad del siglo XX ya no será posible prescindir de la colaboración internacional americana como lo fué en el siglo XIX cuando la mentalidad de las clases dirigentes en la mayoría de las naciones latino-americanas no

estaba lo suficientemente preparada ni dispuesta a tratar asuntos de orden financiero, económico ni comercial. Como consecuencia de los perfeccionamientos técnicos introducidos por la industria y los transportes, la pequeñez del mundo actual y la dependencia recíproca de sus diferentes áreas y continentes es un hecho real. Por esta razón ya no es posible imaginar que en el mundo actual y dentro del nuevo orden de la vida internacional que se avecina, puedan surgir de esta Civilización Occidental cerebros que pretendan transformarla, propagando conocimientos, purificando las costumbres o fundando nuevas doctrinas y religiones como los héroes epónimos del pasado.

En la vida económica moderna, como ya lo indicábamos, en que las vías y medios de comunicación y transporte han tenido un inmenso desarrollo a través de los continentes, de los mares y principalmente por el aire, la política comercial interna ha sido supeditada considerablemente por la externa, que regula el intercambio de productos con el extranjero. El comercio internacional va no sólo tras el incremento de las relaciones económicas con los países extranjeros, sino también tras el fomento de la producción interna, ya que por una parte puede proteger la competencia exterior y por la otra, puede encontrar mercados de consumo fuera del país para el exceso de producción nacional. Si queremos mercados, produzcamos más, aumentemos nuestras riquezas para poder después aumentar nuestros consumos, pero, estudiemos y trabajemos con constancia. El territorio chileno, como lo dice don Francisco Antonio Encina, es una de aquellas comarcas del globo en que "la naturaleza física nada brinda espontáneamente al desarrollo económico, y en las cuales la energía, la laboriosidad y las aptitudes de los habitantes son lo fundamental". El espíritu nacional que siempre ha dado pruebas de ser práctico y sensato, que no se abandona a las meditaciones estériles, ni se apasiona por doctrinas abstractas, es campo fecundo y promisor.

Ya lo señala la Historia de América. En Continente alguno como el nuestro ha habido condiciones más favorables para la formación de un alma colectiva. Sólo necesitamos más continuidad en el esfuerzo y más perseverancia en la investigación. Cuando estas cualidades las hayamos adquirido cada cual, sentirá que lleva dentro de sí la suprema ley de la existencia; el estudioso, la ley de la verdad; el economista, la de la utilidad; el autoritario, la ley de la fuerza y el dominio, pero, todos buscando en las experiencias del pasado y en los ideales del presente un nuevo y más promisorio porvenir.

Se comprende, finalmente, de las anteriores observaciones, y como un resumen de ellas, que el primer concepto que hay que procurar establecer al abordar estas disciplinas científicas que hoy comentamos con tanto agrado, es el de considerar a América como una unidad geográfica, ya que la Geografía puede ser, y seguramente lo es, uno de los instrumentos mejores en la comprensión de la solidaridad internacional americana. Pero, junto a esa Geografía de América, entrelazada está la Historia de América. Crear el hábito de la contemplación y de la meditación de los fenómenos históricos del Nueva Mundo dentro de un marco más amplio y a la vez más preciso que el que conocieron nuestros padres al estudiar la Historia de otras regiones de la Tierra, ese es sin duda uno de los aportes más valiosos que nos está dando el IPGH. Con ello habremos conseguido que la Historia de América, y en particular de cada Estado Americano, aparezca enriquecida por la luz que irradian las experiencias de cada uno de ellos.

H. E. T.

Técnica

Pavimentos asfálticos de agregado tipo macadam sobre bases de grava estabilizada

Por el ingeniero Oscar Risopatrón Barredo.

En nuestro país se han empleado principalmente en la pavimentación de caminos, los agregados graduados de tipo abierto y entre éstos el pavimento de macadam asfáltico por penetración con cemento asfáltico y el pavimento asfáltico de mezcla en sitio y de mezcla en planta, construidos sobre una base de grava estabilizada.

A la carpeta asfáltica se le dá generalmente un espesor compactado de 0,065 m. y se construye sobre una base de grava, arena y arcilla de 0,15 m. de espesor. Cuando la calidad de la subrasante requiere una base de mayor espesor, se construye una sub-base de materiales pétreos con el objeto de aumentar la capacidad de soporte del terreno y disminuir los efectos perjudiciales de capilaridad y plasticidad de los finos.

Además, es indispensable construir estos tipos de pavimentos asfálticos sobre obras básicas de tierras bien saneadas tanto respecto a las aguas superficiales como a las napas subterráneas.

Con el objeto de estudiar la estabilidad y comportamiento de éstos pavimentos y poder establecer las ventajas y deficiencias de ellos, damos a continuación las especificaciones con que han sido construidos:

I.—ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PAVIMENTO DE MACADAM POR PENETRACION CON CEMENTO ASFALTICO APLICADO EN CALIENTE.

Para una carpeta de 0,065 m. de espesor, el orden de las operaciones y la cantidad de los materiales es la siguiente:

OPERACIONES	AGREGADOS			
	Asfalto	Nº 1	Nº 2;	Nº 3
	1 t/m2.	1 t/m2.	1 t/m2.	1 t/m2.
Extendido del agregado Nº 1	—	80	—	—
Primer riego de asfalto	5,50	—	—	—
Primer extendido de agregado Nº 2	—	—	10-12	—
Segundo riego de asfalto	2,—	—	—	—
Segundo extendido de agregado Nº 2	—	—	8-10	—
Tercer riego de asfalto (Sello)	1,5	—	—	—
Extendido del agregado Nº 3	—	—	—	5 α 7
TOTALES	9	80	18-22	5 α 7

Las cantidades de los agregados serán fijados definitivamente durante el trabajo por la Inspección Fiscal.

MATERIALES

Agregados.—Los agregados serán de piedra chancada que cumpla los requisitos siguientes de calidad:

Desgaste Rattler	máximo	5%
Tenacidad	mínimo	12%
Dureza	mínimo	15%

La granulometría de los agregados será la siguiente:

	Porcentaje en peso que pasa por cribas de malla cuadrada.		
	Nº 1.—	Nº 2.—	Nº 3.—
3"	100	—	—
2 1/2"	90-100	—	—
2	35-70	—	—
1 1/2	0-15	—	—
1	—	100	—
3/4	—	90-100	—
1/2	—	—	100
3/8	—	20-55	90-100
Nº 4	—	0-10	10-30
Nº 8	—	0-5	0-8

El chancado debe estar formado por partículas limpias de superficie áspera, sin exceso de partículas laminadas, alargadas o desintegradas, deberá estar libre de polvo y otras materias extrañas, como partículas de arcilla, láminas de arcilla adheridas o polvo de piedra.

La piedra debe ser de naturaleza tal que las partículas totalmente cubiertas del asfalto que se emplee, no despeguen el asfalto en contacto con el agua.

Asfalto. — El cemento asfáltico debe ser de características uniformes, libre de agua, no debe dar espuma a 177° C. (350° F.) y debe cumplir los siguientes requisitos:

Punto de inflamación, no menos de	232° C.	(450° F.)
Penetración a 25° C. (77° F.), 100 g., 5 seg.	85-100	
Pérdida a 167° C. (325° F.) en 5 horas, no más de	1%	
Penetración después de la pérdida anterior, referida a la original, no menos de	70%	
Ductibilidad a 25° C. (77° F.), no menos de	100	
Solubilidad en tetracloruro de carbono, no menos de	99,5%	
La temperatura de aplicación será entre	135° C. y	180° C.

METODO DE CONSTRUCCION

Temporada de trabajo y condiciones atmosféricas.—

El pavimento bituminoso solamente se podrá construir en el período comprendido del 1° de Septiembre al 31 de Mayo, y la aplicación del material asfáltico solamente se podrá hacer cuando los agregados están secos y cuando la temperatura atmosférica es superior a 10° C. a la sombra y no hay neblina.

Imprimación.—La base debe ser cuidadosamente barrida, después de lo cual se procederá a hacer un riego de material bituminoso a razón de 1 lt. por m².

El material bituminoso puede ser un cut-back M. C. O. (aplicado a una temperatura entre 50° C. y 95° C.), M. C. 1 (entre 50° C. y 80° C.), M. C. 2 (entre 65° C. y 95° C.), o bien un S. C. 1 (entre 50° C. y 95° C.) o un S. C. 2 (entre 65° C. y 105° C.), material que se regará con un distribuidor a presión, que no pulverice.

Hecho el riego de imprimación, se prohibirá todo tránsito a lo menos durante 24 horas, o más si fuere necesario.

Todo exceso de material bituminoso que quede en la superficie debe ser retapado con arena antes de que se permita transitar sobre la superficie imprimada.

Extendido y rodillado de la primera capa de agregado.—

a) Antes de extender la capa de agregado N° 1 la base preparada debe limpiarse del polvo y materias extrañas.

Si se usan moldes laterales para el extendido uniforme del agregado, éstos deben tener la altura requerida y ser perfectamente rectos en la superficie de apoyo y superior. En caso contrario, las bermas deben construirse previamente dándoles un corte recto para que sirvan de moldes.

El agregado N° 1 debe ser extendido uniformemente con el espesor correspondiente a la cantidad que se haya fijado, alrededor de 80 lits. por m²., ya sea a mano o por medio de un distribuidor mecánico; pero, en todo caso las pilas de agregado, antes del extendido, deberán quedar ubicadas fuera de la superficie por pavimentar.

Durante el extendido del agregado N° 1 deberá tenerse cuidado de que no haya separación de los tamaños para asegurar la uniformidad de la consolidación.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para que el agregado no se mezcle con materias extrañas y se mantenga limpio antes y después de extendido.

b) Extendido el agregado N° 1, en las condiciones indicadas, se comienza su rodillado en seco, con un rodillo de tres ruedas, de 10 tons. de peso y que no dé menos de 50 kgs. de peso por centímetro de ancho de las llantas de las ruedas traseras.

El rodillado se hará a media rueda, en forma que sea uniforme, partiendo, en las rectas desde los bordes hacia el centro, y en las curvas peraltadas, desde el borde interior hacia el exterior de la curva y se proseguirá hasta tener una superficie uniforme y firme, evitando un exceso de rodillado que rompa las piedras.

La superficie rodillada deberá verificarse con un galibo y cualquier diferencia que se encuentre, en exceso de 8 mm., como asimismo toda irregularidad que se note durante el rodillado o después de él, deberán ser corregidas, removiendo el material en el área afectada, después de lo cual se la rodillará, como asimismo alrededor de ella, hasta obtener una consolidación satisfactoria y una superficie uniforme.

Todo agregado que por una causa cualquiera se recubriese o mezclase con materias extrañas, antes de la aplicación del cemento asfáltico, debe ser removido y reemplazado por agregado limpio y se consolidará como se ha indicado.

Las partículas planas, de tamaño grande, que queden en la superficie deberán ser retiradas a fin de facilitar la penetración del asfalto.

Primer riego de asfalto.—

Después del rodillado se aplicará el primer riego de asfalto por medio de un distribuidor a presión en la dosis que se haya fijado de acuerdo con el cuadro de operaciones que figura al principio y con una tolerancia de 0,4 lt/m².

El asfalto se aplicará solamente cuando el agregado esté seco en todo el espesor de la capa.

Para calentar el asfalto se usarán tanques que aseguren un calentamiento uniforme y la temperatura no deberá exceder de 180° C. en la masa bituminosa, debiéndose mantener los termómetros necesarios que permitan controlar esta temperatura.

Con el objeto de evitar que un riego traslade el riego anterior, se colocará una faja de papel que cubra el extremo del riego anterior, en un ancho tal que cuando el distribuidor llegue a la superficie no tratada, tenga toda la presión. Este papel se retirará inmediatamente y será quemado fuera del pavimento.

El riego deberá ser uniforme, para lo cual el distribuidor deberá ser mantenido en perfectas condiciones mecánicas y de limpieza y la velocidad con que se desplaza deberá ser también perfectamente uniforme.

Primer extendido de agregado N° 2 y rodillado.—

a) Inmediatamente después del primer riego de asfalto, se comenzará el extendido de agregado N° 2, en la cantidad necesaria para que los huecos queden aproximadamente cubiertos, tomando para ello una parte de la cantidad de agregado N° 2 que se haya fijado para este primer extendido. El saldo se irá desparramando durante el rodillado, donde se note que es necesario.

Deberá tomarse especial cuidado en que se obtenga una superficie uniforme y para obtener una buena distribución del agregado N° 2, se usarán rastras de escobillones con este objeto.

b) El rodillado deberá comenzar inmediatamente que se extienda el agregado N° 2 y cuando el asfalto está aún caliente.

Deberá procederse en la forma antes indicada, debiendo el rodillo marchar a una velocidad conveniente para no producir ondulaciones.

El tiempo de rodillado será el necesario para producir una buena consolidación y en ningún caso será inferior al requerido para que el rodillo pase a lo menos 5 veces por cada punto de la superficie.

Segundo riego de asfalto.—

Antes de proceder al segundo riego de asfalto, la superficie deberá limpiarse y luego deberá ser controlada con una regla de 3 m. de longitud, corrigiendo toda depresión de 6 mm. o más, con pequeñas cantidades de agregado N° 2.

El segundo riego de asfalto se hace en la misma forma que el primero, en la dosis que se haya fijado de acuerdo con el cuadro de operaciones o sea, completando 7,5 lt. de asfalto caliente, por metro cuadrado.

Segundo extendido de agregado N° 2 y rodillado.—

Inmediatamente después de hecho el segundo riego de asfalto, se hace el segundo extendido de agregado N° 2 como se hizo con el primer extendido de este agregado, usando la cantidad fijada de acuerdo con el cuadro de operaciones y se procede al rodillado, en la forma antes indicada hasta que el rodillo pase 4 veces por cada punto de la superficie.

Antes de hacer este extendido la superficie tratada deberá ser perfectamente barrida para dejarla limpia y uniforme.

Tercer riego de asfalto y extendido del agregado N° 3.—

Después del segundo extendido del agregado N° 2 se limpia perfectamente la superficie y se hace el tercer riego de asfalto o sello, en igual

forma que los anteriores, salvo en la cantidad que será ahora de 1,5 litros por metro cuadrado.

Inmediatamente después, y cuánto el asfalto está aún caliente, se extiende el agregado N° 3, como se ha hecho en los extendidos del N° 2 y se procede a rodillar como ya se ha indicado, en forma que el rodillo pase a lo menos 3 veces por cada punto de la superficie.

Después de terminado el pavimento no se permitirá que queden agregados sueltos sobre la superficie y ésta debe ser uniforme sin áreas porosas y ajustada al perfil de los planos.

Rodillado posterior.—

Durante los 10 días siguientes a la terminación del pavimento, se rodillará la superficie de modo que en el rodillado de cada día, el rodillo pase a lo menos una vez por cada uno de sus puntos.

El total del rodillado deberá ser 6 h. 30 minutos por cada 700 m2. de pavimento terminado.

II.—ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PAVIMENTO ASFALTICO DE MEZCLA EN SITIO

(Agregado tipo macadam)

Descripción.—

Este tipo de pavimento consiste en una mezcla de agregado pétreo y un asfalto diluido (cut-back), de acuerdo con las especificaciones que siguen, ejecutada sobre una base previamente preparada y tratada con un imprimante asfáltico.

El método de construcción consiste en las siguientes operaciones, hechas sucesivamente:

I.—La base previamente rectificad, se trata con un imprimante asfáltico.

II.—Después, sobre esta base imprimada se extiende una capa de chancado N° 1 en cantidad suficiente para producir el pavimento consolidado de espesor que se desea. Este chancado es tratado con un cut-back y mezclado en sitio con él, después de lo cual es debidamente rodillado.

III.—Terminado este rodillado se extiende una capa de chancado N° 2, en la cantidad estrictamente necesaria para llenar los huecos y luego se hace un riego de cut-back, por penetración.

IV.—Sobre el riego anterior se extiende una capa de chancado N° 3 el cual se cubre con un riego de sello, del mismo cut-back, recubriéndose luego con chancado N° 3.

M A T E R I A L E S

Agregados.—

Los agregados pueden ser de piedra de cantera o de río, chancado y deben cumplir con la siguiente granulometría (en cribas de mallas cuadradas).

Chancados

		Nº 1	Nº 2	Nº 3
Pasa por	1 ½ Pulgs.	100	—	—
	1 "	90—100	—	—
	¾ "	—	—	—
	½ "	0—15	100	—
	⅜ "	—	90—100	100
Tamiz	Nº 4	—	10—30	75—100
	Nº 8	—	0—8	0—10
	Nº 200	0—2	0—2	0—2

En general, los chancados deben consistir en partículas limpias y tenaces, no deben tener exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegradas; deben además estar libre de polvo y de materias inadecuadas.

Los agregados no deben contener trozos de arcilla ni deben tener adheridos láminas de este material o de otras substancias que puedan impedir el recubrimiento completo de las partículas del chancado con el material asfáltico.

Los agregados deben ser de un material tal que recubiertos completamente con el material asfáltico que se usará en el pavimento, éste no se desprende en contacto con el agua.

Material asfáltico.—

En la imprimación, lo más apropiado es el out-back MC-O el que se aplica a una temperatura máxima de 65° C. (150° F.). Para el tratamiento de los agregados se emplea el cut-back RC-3 a una temperatura de 35° a 65° C.

Estos materiales asfálticos deben cumplir las especificaciones de The Asphalt Institute.

Se podrá usar en la imprimación un petróleo asfáltico o cut-back SC-2 aceptado por la Inspección Fiscal. Para la mezcla en sitio se podrá usar, en tiempo fresco, cut-back RC-2, calentado entre 35° y 80° C.

Las aplicaciones de asfalto no deberán hacerse con una temperatura inferior a 10° C. a la sombra.

CONSTRUCCION

a) Preparación de la Base.—

La base consistirá en un estabilizado de grava, o de chancado, o de ambos mezclados, de acuerdo con las especificaciones para bases estabilizadas.

BIBLIOTECA

El I. P. no debe exceder de 5 para la Zona Central y la densidad será a lo menos 10% mayor que la del Próctor Standard del material que se emplea.

La base deberá ser perfilada longitudinal y transversalmente, de acuerdo con los planos.

b) Imprimación de la Base.—

Después de preparada la base, y cuando su humedad no exceda de 3%, se hará la imprimación con 1 a 1,50 litros m². de cut-back MC-O, regado en todo el ancho de la base con una temperatura de 35° a 65° C.

Efectuada esta imprimación, en la que el cut-back MC-O puede ser reemplazado por asfalto tipo SC-2, en la cantidad por m²., que previamente se determine, se suspenderá todo tránsito sobre ella hasta que haya secado lo suficiente para que el asfalto no se pegue a las ruedas de los vehículos.

Deberá mantenerse intacta la imprimación hasta que se extienda el chancado sobre la base y deberá reemplazarse el material en aquellos puntos en que se produzca desintegración.

c) Extendido del agregado N° 1.—

El chancado N° 1 suelto, se depositará en la cantidad necesaria para obtener una capa del ancho del pavimento y de 0,063 m. de espesor, el cual se extenderá sobre la base, previamente barrida, en un ancho algo inferior al del pavimento, tomando siempre en cuenta el ancho del distribuidor; luego se nivelará con motoniveladora.

d) Primera aplicación de material asfáltico.—

Extendido el chancado N° 1 y cuando su humedad máxima sea de 2% o menos, el cut-back RC-3 será aplicado por medio de un distribuidor a presión a razón de 1,8 lt./m². de pavimento, a una temperatura entre 35° y 65° C.

En lugar del RC-3, podrá usarse el cut-back RC-2 en la misma proporción y aplicado a la misma temperatura indicada.

El cut-back debe ser cuidadosamente calentado en tanques apropiados a este fin.

A fin de evitar un exceso de distribución en los extremos de cada riego, se colocarán cintas de papel al comienzo y al final del riego, sobre las cuales deberá abrirse y cerrarse respectivamente el distribuidor. Estas hojas, después de hecho el riego se retiran y queman a un costado del camino.

e) Mezcla de los materiales.—

Inmediatamente después de la primera aplicación de cut-back, los materiales deben ser mezclados por medio de arados de discos, niveladoras u otros medios que determine el Ingeniero Inspector. La operación de mezcla deberá seguirse hasta que el material asfáltico quede uniformemente distribuido, después de lo cual se vuelve a extender en una capa, como al principio.

Como con este riego quedan las partículas de chancado, sólo parcialmente cubiertas, se hace una segunda aplicación en la misma forma (igual

cantidad y temperatura), que la primera aplicación y se continúa la operación de mezcla hasta que el agregado quede uniformemente cubierto por el cut-back y que la mezcla sea francamente pegajosa.

La mezcla se extiende en seguida en todo el ancho del pavimento en un espesor uniforme.

Observación: Hay que hacer presente que cuando la mezcla se hace solamente con niveladora, deben hacerse unas 15 vueltas del material para obtener una buena mezcla.

f) Consolidación.—

Inmediatamente de extendido el material ya mezclado se comienza su consolidación a media rueda con un rodillo de 3 ruedas de 10 tons. de peso, comenzando por los bordes hacia el centro.

Cualquiera imperfección en la superficie deberá ser corregida con motoniveladora o por otro medio adecuado, volviendo a rodillar lo que ha rectificado.

Durante el rodillado, las ruedas del rodillo deben ser mantenidas húmedas o aceitadas en grado suficiente, evitando el exceso de agua o de aceite.

En aquellos puntos en que el material se desprende, deberá ser reemplazada por material ya mezclado.

g) Aplicación del agregado N° 2.—

Cuando la superficie haya tenido tiempo de curar propiamente, se agrega el chancado N° 2 en la proporción de 14 Kg. por m²., el cual se hace penetrar en los huecos, por medio de escobillones o rastras de escobillones.

Solamente se emplea la cantidad de chancado N° 2 estrictamente necesaria para llenar los huecos; de modo que la superficie no debe quedar totalmente cubierta por este material, debiendo quedar parcialmente visible el agregado mezclado.

Inmediatamente que ha quedado colocado debidamente el chancado N° 2 se hace un riego de penetración a razón de 1,50 litros por m²., con el cut-back.

La superficie se continúa rodillando desde los bordes hacia el centro, desplazando el rodillo en cada pasada, en un tercio de su ancho. Este rodillado se continúa hasta obtener la consolidación de la superficie.

h) Aplicación de la capa de sello.—

No menos de 24 horas después de terminado el rodillado, la superficie debe ser sellada, para lo cual se extiende uniformemente el chancado N° 3, en la proporción de 8 Kg./m². y sobre este chancado se hace una aplicación de 1,50 lt. de cut-back por m²., la que a su vez se recubre con una nueva capa de chancado N° 3, a razón de 6,5 Kg./m².

El chancado N° 3 de la primera capa se extiende y se hace penetrar en los huecos, por medio de un barrido suave con escobillones o rastras de escobillones.

Puesta la segunda capa de chancado N° 3 se comienza el rodillado y a la vez se sigue pasando la rastra de escobillones.

El pavimento terminado se vuelve a rodillar diariamente por un período de 10 días, de modo que el rodillo pase diariamente a lo menos una vez por cada uno de sus puntos.

La superficie terminada debe quedar sin depresiones mayores de 6 mm. controlada con la regla de 3 m. de longitud.

III.—ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PAVIMENTO ASFALTICO DE MEZCLA EN PLANTA.

(Agregado tipo macadam).

Este tipo de pavimento consiste en una mezcla de agregado pétreo y un asfalto diluido efectuada en una planta mezcladora y colocada sobre la base previamente preparada e imprimada, por medio de una máquina niveladora y terminadora de pavimentos.

Las especificaciones de los materiales y construcción de la base estabilizada son las indicadas para el tipo II Pavimento Asfáltico de mezcla en sitio.

El empleo de una planta mezcladora se justifica en faenas de importancia y tiene por objeto dar mayor rendimiento a la mezcla de los materiales eliminando los arados de discos y niveladoras; además se obtiene una distribución más uniforme del asfalto.

El método de construcción consiste en las siguientes operaciones:

I.—La base previamente preparada y perfilada se imprima con 1.— a 1,5 litro/m². de petróleo asfáltico SC-2.

II.—Se carga en la planta mezcladora el chancado N° 1 y se mezcla con cut-back EC-2 de manera de obtener una proporción aproximada de 4 lbs./m². para un espesor de carpeta de 0,065 m.

III.—Se descarga el material mezclado en la tolva de alimentación de la máquina colocadora-terminadora (Finisher), la cual extenderá una carpeta uniforme de 0,065 m. de espesor sobre la base imprimada.

IV.—Una vez que el cut-back ha fraguado o quebrado se compacta la carpeta con un rodillo de 10 tons.

V.—Se extiende a continuación una capa de chancado N° 2, en la cantidad estrictamente necesaria para llenar los huecos y se hace un riego de penetración de cut-back RC-2 a razón de 1,5 lt. por m².

VI.—Después de 24 horas, por lo menos, de haberse rodillado la superficie se procederá a sellarla, para lo cual se extiende uniformemente una capa de chancado N° 3 a razón de 8 Kg./m². y se hace un riego de 1 lt. por m². de cut-back RC-2, el cual se recubre con una nueva capa de chancado N° 3 en la proporción de 6,5 Kgs. por m².

Las operaciones de extendido y rodillado se efectúan en la forma especificada para el pavimento asfáltico de mezcla en sitio (tipo II).

Cuando lo ordene la Inspección Fiscal se reemplazarán los riegos de cut-back de 1,5 y 1 lt./m²., respectivamente, por riegos de cemento asfáltico caliente de penetración 85-100 con el fin de dar mayor duración al pavimento.

IV.—ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA BASES ESTABILIZADAS.

Materiales: Grava y piedra triturada.—Los agregados estarán constituidos por mezclas naturales o artificiales de grava, piedra chancada y mor-

tero de suelo, de tal manera proporcionado, que cumpla con las presentes especificaciones. El agregado grueso estará constituido de partículas duras, tenaces, durables, de grava, grava chancada o piedra triturada y estos elementos no deberán ser laminados ni alargados, estarán libres de raíces y otras materias vegetales, productos deleznable, etc. Los materiales deberán ser lo suficientemente duros para resistir a la intemperie, al desgaste y quebradura producida por el tránsito. Materiales pizarrosos y productos semejantes que se quiebren fácilmente y sufran variaciones de volúmenes por efecto de la humedad y secamiento, no deben ser usados. El material pétreo debe cumplir con las siguientes características:

Tenacidad comparada no inferior a 50%.

Desgaste Deval no superior a 6%.

Se considerará como mortero de suelo la parte del material que pasa por el tamiz N° 10 (0.002 m.). Este mortero estará constituido del conglomerado y de la arena graduada

La base será constituida con un espesor compactado de 0,15 m.

Composición granulométrica.—La granulometría de los agregados quedará comprendida en la siguiente banda de curvas límites:

Cribas de malla cuadrada y
tamices U. S. Standard.

Pasa en peso.

Criba	1¼"	100%
	¾"	60 α 100%
Tamiz	N° 4	30 α 75%
	N° 10	20 α 56%
	N° 40	13 α 36%
	N° 200	10 α 20%

CONDICIONES GENERALES.—La cantidad de material que pasa por el tamiz de 200 mallas no debe ser superior a 2/3 de lo que pasa por el tamiz de 40 mallas.

CARACTERISTICAS HIDRICAS.—El material que pasa por el tamiz de 40 mallas no debe tener un límite líquido superior a 30.

INDICE DE PLASTICIDAD.—El material que pasa por el tamiz de 40 mallas deberá tener índice de plasticidad comprendido entre 3 y 5.

El valor bajo se aplicará en zonas húmedas y el alto en climas secos.

CONSTRUCCION

A) Preparación de la sub-rasante.—Antes de proceder a la colocación de los materiales para la ejecución de la sub-base o base estabilizada, deberá escarificarse el suelo natural en un espesor de 0,10 m. y mezclarse con un arado de discos y a fin de obtener su homogeneidad. En seguida se compactará con la humedad indicada por la Inspección Fiscal, por medio de rodillos de ruedas metálicas o neumáticos y se perfilará de acuerdo con los planos.

B) Colocación de los materiales y muestras.—El material pétreo y la arcilla serán colocadas sobre la sub-rasante y mezclados en las proporciones indicadas por la Inspección Fiscal por medio de moto-niveladoras, hasta obtener una masa homogénea. Una vez terminada la revoltura, el material será acordonado en el centro del camino.

También podrá efectuarse la mezcla de los materiales en una betonera o planta aceptada por la Inspección Fiscal.

Del cordón de material o de la descarga de las plantas mezcladoras se tomarán muestras representativas de cada 150 m. l. de afirmado estabilizado, a fin de verificar la granulometría e índice de plasticidad.

A continuación se extenderá el material sobre la plataforma y se regará por medio de camiones-tanques, provistos de regador a presión, con la cantidad de agua necesaria para asegurar su adecuada compactación. La cantidad de agua será fijada por la Inspección Fiscal en relación con la "humedad" óptima de compactación determinada por medio del ensayo Próctor Standard.

Después de cada riego se pasará la rastra de discos para uniformar la humedad; la rastra deberá pasar por los menos cuatro veces por el mismo punto.

Al final del último riego se terminará la revoltura con moto-niveladora hasta la total uniformidad de la mezcla, la cual será acordonada a un costado del camino.

C) Distribución y Consolidación.—Por medio de una moto-niveladora se extenderá en todo el ancho de la base, la mitad del material dosificado, de tal manera que una vez compactado tenga un espesor de 0,18 m. Previo el extendido la sub-rasante deberá ser regada si es necesario. Se iniciará la compactación de la primera capa por medio de rodillos de pata de cabra hasta que a su paso las patas no penetren más de 5 mms. y se terminará con rodillos de ruedas neumáticas.

En seguida se extenderá la segunda capa y se compactará en la forma indicada para la primera capa. Se terminará la consolidación con rodillos de ruedas lisas de hierro.

Entre la colocación de la primera y de la segunda capa no debe transcurrir más de treinta y seis horas; cuando transcurra un período mayor deberá escarificarse la primera capa en un espesor de 2 cms. y regarse antes de la colocación de la segunda capa.

Una vez que la base estabilizada haya soportado el tránsito durante ocho días, a fin de completar su compactación, se tomarán muestras cada doscientos metros lineales con el fin de controlar los espesores y grado de compactación de la base.

Para controlar la compactación de la base se efectuarán análisis de densidad, la cual, como mínimo, deberá ser un 10% superior a la correspondiente del método Próctor Standard de 25 golpes, efectuado con el material que pasa por el tamiz N° 4 y con la humedad óptima para el máximo de densidad.

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE LA CONSTRUCCION DE ESTOS PAVIMENTOS.

La mayor parte de los pavimentos asfálticos construidos desde el año 1942, han sido del tipo I. Macadam por penetración con asfalto aplicado

en caliente. En los últimos años se ha empezado a construir pavimentos del tipo II y III de mezcla en sitio o en planta con agregado tipo Macadam.

En los pavimentos de macadam por penetración se ha empleado especialmente cemento asfáltico blando proveniente de la destilación del petróleo; también se ha empleado cemento asfáltico natural proveniente del Lago Trinidad; ambos materiales han dado resultados satisfactorios.

En el camino Longitudinal Central de Chile, entre las ciudades de Santiago y Talca, se han construido 220 Kms. de pavimento de macadam asfáltico tipo I, los cuales se mantienen en buenas condiciones de tránsito; los primeros tramos de este camino fueron pavimentados en el año 1942. El porcentaje de fallas en relación con la superficie total pavimentada ha sido aproximadamente de 1%; las causas principales de las fallas del pavimento han sido las siguientes:

- a) Falla de la base de grava estabilizada.
- b) Falla de la carpeta por exceso o defecto de asfalto.
- c) Falla de la carpeta por despegue del asfalto debido a absorción de humedad.

Falla de la base de grava estabilizada.—En general la base de grava estabilizada se deforma cuando hay un exceso de arcilla y de humedad; el exceso de arcilla se debe principalmente a que la base fué construida con un Índice de Plasticidad muy alto o a que la revoltura y mezcla de los materiales fué deficiente, quedando en la base porciones o manchas con exceso de arcilla. Si la base tiene un exceso de arcilla puede absorber humedad de la sub-rasante, o puede empaparse de agua debido a la permeabilidad de la carpeta durante el primer año de uso. El pavimento de macadam asfáltico por penetración debería quedar impermeable con el sello, pero esto no sucede siempre; la impermeabilidad se obtiene posteriormente debido al movimiento del asfalto por la acción del tránsito y la temperatura. Los pavimentos construidos al final del otoño son los más expuestos a desintegrarse debido al agua que empapa la base y la deforma cuando tiene un exceso de arcilla.

Es indispensable que las bases estabilizadas con arcilla sean ejecutadas rigurosamente de acuerdo con las Especificaciones Técnicas y el índice de plasticidad del material no pase de 5; por lo general, hay tendencia en subir el I. P., pues con mayor porcentaje de arcilla es más fácil consolidar las bases. Además la arcilla deberá ser colocada en la sub-rasante bien molida y no en forma de terrones, a fin de poder obtener una mezcla bien homogénea de los materiales; la molienda de la arcilla puede efectuarse por medio de rodillos cilíndricos sobre un piso de hormigón de cemento o por medio de granuladores o molinos especiales.

De acuerdo con las instrucciones de las Especificaciones Técnicas para bases estabilizadas y en conformidad con el proceso de compactación en ellas indicado, se obtienen densidades que varían entre 2,35 y 2,45, siendo la densidad seca exigida de 2,30; en general, no ha habido fallas por consolidación defectuosa de la base.

Como se manifestó al comienzo, a la base de grava estabilizada se le da un espesor fijo de 0,15 m. y se construye una sub-base pétreo cuando la capacidad de soporte del terreno de fundación lo requiere. La determinación del espesor necesario de sub-base se ha efectuado por la siguiente fórmula ideada en el año 1941 por el Ingeniero chileno D. Oscar Tenhamm (actual Director General de Obras Públicas): "El espesor de la sub-

base y de la base de grava estabilizada en conjunto, deberá ser por lo menos de 1,5 cm. por cada unidad de I. P. (Índice de Plasticidad) del material natural y, en ningún caso, inferior en centímetros a la mitad del porcentaje de dicho material que pasa por el tamiz de 200 mallas". Así para un suelo con I. P. 20, por ejemplo, y en el que el 70% pasa por la malla N^o 200, se deberá tener en conjunto, un espesor de 0,35 m. que se forma con 0,15 m. de base estabilizada y con 0,20 m. de sub-base pétreo.

Esta fórmula es de fácil y rápida aplicación y ha dado buenos resultados; no es aplicable para los suelos granulares (A-3) con bajo o sin índice de plasticidad. Para estos casos el espesor se ha determinado por la fórmula de Public Road Administration de U. S. A., la cual fija límites para el espesor combinado de sub-base, base y capa de rodado para las distintas capas de suelos (A-1, A-2; A-7) y para pesos de ruedas de los vehículos de 10.000 a 80.000 libras.

Cuando la base falla por exceso de arcilla y filtraciones de agua, es necesario reconstruir la base y carpeta en las zonas afectadas, siendo además a veces necesario mejorar los desagües superficiales o construir drenes.

Cuando el agrietamiento y depresiones del pavimento son de poca importancia la corrección permanente de los defectos, puede obtenerse con un riego de sello oportuno con asfalto emulsionado o diluido de alta penetración y fragua lenta.

Falla de la carpeta por exceso o defecto de asfalto.— Cuando la carpeta de macadam asfáltico presenta ondulaciones transversales significa que ha sido ejecutada con un exceso de asfalto y cuando presenta un descascaramiento o desintegración superficial indica un déficit de asfalto; estos excesos o defectos de asfalto se deben especialmente a errores en la distribución y riegos de asfalto. Cuando la exudación de asfalto no es muy grande se cubre la carpeta con gravilla y arena, repitiendo la operación las veces que sea necesario. Cuando el exceso de asfalto es grande y las deformaciones de la carpeta son de consideración será necesario levantar y reconstruir el pavimento.

En el caso de falta de asfalto será necesario efectuar riegos superficiales con material asfáltico de alta penetración.

En general es recomendable que las carpetas queden mas bien con un pequeño defecto de asfalto que con un exceso.

Falla de la carpeta por despegue de asfalto.— Durante el primer año de uso las carpetas asfálticas con agregado tipo macadam no son impermeables; el agua que penetra a veces a través de la capa de sello es absorbida por el material pétreo parcialmente cubierto por el asfalto, el cual por la acción del tránsito se despega y debido a la falta de adherencia se producen baches y desintegración de la carpeta. Cuando ésta falla se produce el mejor correctivo, si es posible, es suspender el tránsito de vehículos en dicha sección de camino; de esta manera se evita la desintegración del pavimento y en la primavera cuando la humedad se ha evaporado se le aplica una capa de sello con material asfáltico de alta penetración.

En los pavimentos asfálticos de mezcla en sitio y mezcla en planta con agregado tipo macadam se ha obtenido una distribución mas uniforme del asfalto quedando todo el material pétreo bien cubierto de manera que no hay

absorción de humedad y por consiguiente se ha eliminado el despeque del asfalto. Además en estos tipos de pavimentos se ha obtenido una mayor impermeabilidad debido a la mejor distribución de los agregados y del asfalto.

Durante el mes de Junio del presente año, en plena época de lluvias, hubo necesidad de pavimentar con asfalto en el camino de Santiago a Talca, un sector de 1,5 Kms. y bajo condiciones de tránsito, con el fin de asegurar la estabilidad del pavimento y efectuarlo rápidamente en los intervalos de buen tiempo, se eligió el pavimento asfáltico de mezcla en planta tipo III. La mezcla de los materiales se efectuó en una planta portátil Barber Greene modelo 842 y la colocación con un Finisher Barber Greene de 12 pies de ancho.

A pesar de que el pavimento fué ejecutado bajo condiciones desfavorables de humedad y temperatura, la carpeta ha resistido en buenas condiciones un tránsito diario medio de 1.500 vehículos en su mayor parte compuesto de camiones pesados y bajo un régimen de lluvias copiosas durante los tres primeros meses de uso; actualmente el pavimento se mantiene en buen estado.

La mezcla en la planta Barber Greene se efectuó con cut-back RC-2 a razón de 4 lts. por m².; después de colocada la carpeta con el Finisher Barber Greene, se compactó con un rodillo de 8 tons. y se aplicaron a continuación dos riegos de cemento asfáltico caliente de penetración 85 — 100 a razón de 1½ lt. y 1 lt./m². respectivamente con el extendido de las cantidades correspondientes chancados N° 2 y 3. La consolidación se efectuó en la forma indicada en las Especificaciones Técnicas para Pavimento Asfáltico de mezcla en sitio.

Como nuestro país no es productor de asfalto, podemos solo importar algunas variedades de éste material, a precio económico; para la imprimación de bases se emplea generalmente cut-back SC-2, para la mezcla en sitio o en planta el cut-back RC-2 y para el macadam por penetración el cemento asfáltico de penetración 85 - 100. Para reparaciones de carpeta e imprimaciones de ciertas bases se emplean emulsiones asfálticas fabricadas en el país con asfalto importado.

De acuerdo con los buenos resultados de los tramos experimentales efectuados últimamente con pavimentos asfálticos de mezcla en sitio y mezcla en planta de agregado tipo macadam, estimamos de interés seguir construyendo estos tipos de pavimentos a fin de tener mayor experiencia sobre sus comportamientos con un tránsito superior a 1.500 vehículos pesados diarios.

Para un espesor de 0,065 m. los pavimentos de mezcla en sitio y de mezcla en planta requieren alrededor de 6,5 lts./m². de cut-back RC-2; el pavimento de macadam asfáltico por penetración del mismo espesor requiere 9 lts. de cemento asfáltico caliente por m². Para un mismo precio del litro de cut-back y de cemento asfáltico, el precio del m². de los pavimentos de mezcla en sitio y de mezcla en planta tiene un valor de más o menos el 75% del precio del m². del pavimento de macadam asfáltico por penetración. Como antecedente comparativo es interesante hacer notar que el precio del m². de pavimento de macadam asfáltico por penetración incluso la base es aproximadamente el 70% del precio del m². de pavimento de hormigón de cemento Portland de 0,18 m. de espesor, ejecutado con piedra chancada, 330 kgs. de cemento por m³. y sin armadura.

Estas son las consideraciones principales sobre la ejecución de pavimentos asfálticos de agregado tipo macadam sobre bases de grava estabilizada, de acuerdo con la experiencia adquirida con los pavimentos de estos tipos construido en el país.

Algunas consideraciones sobre formación de ondulaciones (calamina) en los caminos del norte de Chile

Por el ingeniero Mario Durán Morales.

GENERALIDADES.—

La conservación de los caminos de la zona norte se convierte en forma casi exclusiva en una ardua lucha contra la calamina, fenómeno éste que se constituye en un problema serio y grave a pesar de las condiciones tan favorables de clima y escasas densidades de tránsito. Y es esto precisamente lo que se desconoce casi por completo en las esferas centrales, ya que no otra cosa está revelando el debate parlamentario último en torno de la nueva ley de fondos para caminos, al decir de algunos Sres. diputados que el norte, no necesitaría mayores recursos ni merecería que sus rutas fuesen pavimentadas.

En realidad hay desconocimiento y confusión: los trazados rectilíneos y generalmente planos, la ausencia de lluvias y por ende de fango no son nada de concluyentes, puesto que la existencia de las calaminas desbarata por completo dichos factores favorables y crea problemas que no permiten resolver adecuadamente la mantención de redes viales grandes y muy extendidas.

Bástenos como ejemplo la cita de casos muy característicos como lo era el tramo entre los Kmts. 30 al 80 del camino de Antofagasta a Tocopilla, que sin tener más de 25 a 30 pasadas de vehículos diarias, no era posible conservarlo más allá de 5 o 6 días, sin que se formaran ondulaciones que hacían casi imposible el tránsito por él. Fué posible solucionar lo anterior exclusivamente yendo a la pavimentación con mezcla asfáltica.

Tenemos en la actualidad casos similares entre Chacabuco y Pedro de Valdivia en el longitudinal y entre Sierra Gorda y Dupont en el camino de Antofagasta a Calama. Y no citamos por no extendernos demasiado, otros ejemplos típicos en las provincias de Tarapacá y Atacama.

El problema así planteado, exige pues una atención esmerada de los caminos principales que deben ser recorridos en forma permanente por las motoniveladoras, que no dan abasto para mantener un nivel medio regular. Por otra parte debe de estarse haciendo obras de reparación constantemente, entre las que se cuenta como la principal el agregado de fino (con tendencia arcillosa) a la grava. Este material ejerce una acción ligante y retarda la formación de las ondas, lo que explicaremos más adelante. No basta pues la acción de la niveladora y aun más, el exceso de ésta es por su parte perjudicial, pues contribuye a la destrucción de la calzada, incrementando la separación del fino y agregado grueso y propendiendo a la formación de baches.

Este artículo tiene por objeto plantear nuestra experiencia personal sobre el problema, abordando tanto algunas consideraciones teóricas y experimentales sobre el fenómeno en sí mismo, como la forma práctica de aminorar el problema desde el punto de vista de una oficina provincial del Depto. de Caminos (al menos lo que hacemos en Antofagasta).

FACTORES QUE CONTRIBUYEN A FORMAR LA CALAMINA

Es muy frecuente escuchar de algunas personas, como si lo estuviesen viendo, su explicación de la influencia que tiene el viento en la formación de las ondas, sin duda haciendo la confusión con el fenómeno llamado "triple marks" en la superficie de las dunas. Por nuestra parte y para despejarnos el camino hacia adelante debemos manifestar categóricamente que es exclusivamente el tránsito de vehículos motorizados con resorte y llanta neumática la causa de las ondulaciones rítmicas. Ningún fenómeno climatérico ni agente atmosférico influyen en sí mismos.

Sectores de abundante calamina tienen pampas adyacentes lisas y suaves, a su vez regiones de abundantes "triple marks" son atravesadas por caminos de escasa "acalaminación".

Consignamos a continuación una lista de factores que influyen en la formación de la calamina:

- a) Densidad de tránsito.
- b) Velocidad del tránsito.
- c) Peso del tránsito.
- d) Naturaleza de la calzada.

El factor a) es obvio de explicar, bástenos reforzar su influencia con la aseveración categórica de que caminos con más de 50 vehículos diarios y calzada de grava corriente, son prácticamente imposibles de conservar.

El factor b) es fundamental y a propósito de él diferimos absolutamente de autores que han afirmado que velocidades comprendidas entre 30 y 50 kilómetros por hora son la más críticas, disminuyendo su efecto sobre la formación de calamina bajo y sobre dichos límites. Sostenemos que precisamente 40 Kmts. por hora es la velocidad crítica sobre la cual recién comienza la formación de ondas y nos basamos para ello en la observación de tramos de caminos donde es forzoso disminuir la velocidad a 30 o 40 Kmts. (cruces de vías férreas, curvas de escaso radio). En tales casos, aunque los tramos rectos contiguos, donde la velocidad habitual es de 80 Kmts., sean de abundante "acalaminación", no se forman ondas en dichos trozos. Es pues la alta velocidad el peor enemigo de los caminos en el desierto.

El factor c) queda ampliamente corroborado por la experiencia. Caminos donde predomina el tránsito de camiones, a igualdad de características del suelo, presentan ondulaciones mayores y de más rápida formación. Por otra parte es visible el agravamiento del problema a medida que ha aumentado el tonelaje de los vehículos en los últimos años.

El factor d) es fundamental en nuestro caso, pues nos dá motivo a varias observaciones que consignamos más adelante. A su vez está influenciado por sub factores, tales como:

- 1) Granulometría del terreno.
- 2) Contenido de humedad.
- 3) Índice de plasticidad.
- 4) Contenido salino.
- 5) Naturaleza del sub suelo.

Confesamos que no podemos plantear ideas concluyentes de la influencia específica de todos los factores antes indicados, por falta de experimentación y de observaciones y mediciones prolongadas en todas las circunstan-

cias posibles. Pero creemos que este trabajo será el punto de partida para una larga y minuciosa etapa de estudio, cuyas conclusiones publicaremos en algunos meses más, convencidos de aportar nuevas luces a este fenómeno tan caprichoso como rebelde y cuya causa ha sido motivo de tantos y tan variados motivos de hipótesis.



Fotografía 1

Suelos coherentes con tendencia a granulometría fina y presencia de humedad permanente no se "acalaminan" o lo hacen en forma muy leve. Fotog. 1. (Provincia de Antofagasta: camino de Tocopilla a Gatico, quebrada La Negra en el longitudinal; Provincia de Atacama: camino de Pueblo Hundido a Chañaral).

En cambio, suelos con granulometría grueso predominando el elemento arenoso (mallas 4 a 100) y sin cohesión, tienen escasísima resistencia a las ondulaciones y forman ondas de gran amplitud, aún después de escasas pasadas de vehículos. Fotog. 2 y 3.

A su vez suelos coherentes y húmedos con material pétreo arenoso, no acalaminan, en cambio suelos coherentes y húmedos con presencia de grava, tienen mayor tendencia a deformarse.

La influencia del sub-suelo es un factor que por ahora no podemos precisar y requiere bastante mayor estudio. Sólo podemos establecer que para determinar calidad de capa de rodadura, (grava y arena) la mayor rigidez y dureza de la base, contribuye a aumentar la formación de ondulaciones.

Bases elásticas y de dureza menor en cambio, amortiguan el fenómeno.

Así mismo el contenido salino es de importancia en la resistencia a la ondulación, siempre que vaya acompañado de plasticidad y humedad, por las mismas razones generales que se han dado al tratar sobre estabilización de suelos en general.



Fotografía 2



Fotografía 3

MECANISMO EN LA FORMACION DE LAS ONDAS

Llama poderosamente la atención la extraordinaria periodicidad y regularidad de las ondulaciones a lo largo de los caminos desérticos, especialmen-

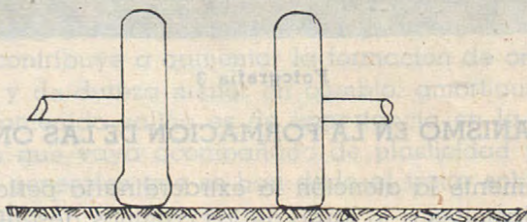
te cuando se trata de tramos rectos extendidos cuya capa de rodadura presenta una naturaleza uniforme en toda la longitud. Fotog. 4. Es decir, que se cumple un ritmo cuya causa no puede sino ser de característica esencialmente rítmicas.



Fotografía 4

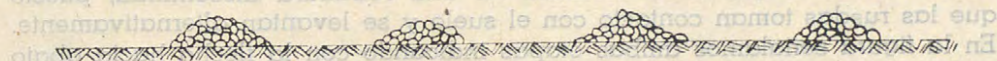
No hay otra posibilidad oscilatoria en el desplazamiento veloz de los vehículos, que la influencia del resorte. Es pues la vibración del sistema a través de dicho elemento, la causa fundamental de la calamina, lo que damos por sentado en forma inamovible. Pero esta sola premisa fundamental no aclara ni explica el mecanismo íntimo del fenómeno. Los ingenieros franceses han estudiado esta materia en los caminos del desierto de Sahara, llegando a conclusiones muy interesantes con un nutrido acopio de experimentación. Vamos a aprovecharles una conclusión muy importante y que refuerza la hipótesis que escuetamente planteamos a continuación: "Es fundamental la influencia de la presión de los neumáticos en la formación de las corrugaciones".

Ahora bien, ¿en qué influye la presión si no es precisamente en la deformación del neumático? Esto es obvio y no merece mayor explicación.



Presiones bajas provocan deformaciones grandes, presiones altas tienden a dar rigidez a la llanta con una deformación ínfima.

En general la conclusión de nuestras observaciones, es de que las crestas de las corrugaciones se forman por agrupamiento de las partículas pétreas más gruesas (mayor inercia). Estas partículas no pueden agruparse en esta forma si no por desplazamientos horizontales. La demostración fehaciente de lo anterior la encontramos muy abundantemente en caminos que poseen una capa de rodadura relativamente delgada de grava (en que predominan las partículas mayores) sobre una base de dureza considerable. En estos casos y a muy corto plazo se observa la formación de corrugaciones por total agrupamiento de la grava en las crestas, quedando en los valles la base dura a la vista:



En la fotografía 3, puede observarse este fenómeno en parte, aunque no muy claramente. También en la fotografía 5, que se tomó en un tramo que cumple específicamente con las características antes mencionadas. Las ondas están comenzando a formarse. En el fondo hay una regla sobre una cresta, en primer plano una libreta sobre la cresta contigua. El objeto oscuro al centro, está en pleno valle en el que puede apreciarse claramente la menor cantidad de grava, en cambio las crestas se ven densas en este material.



Fotografía 5

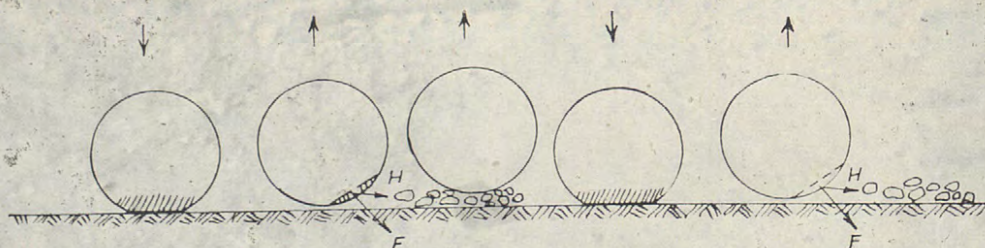
La deformación de calzada en ondas rítmicas se produciría pues, por la acción combinada de la vibración del sistema de las ruedas a través de los resortes y la deformación que experimenta el neumático por efecto de su baja o mediana presión. En efecto, la sola vibración de las ruedas que consiste en

desplazamientos alternativos hacia arriba y abajo de proyección vertical exclusiva, es una acción vertical que no explica el desplazamiento o lanzamiento, según la horizontal que sufren las partículas de la superficie de rodadura.

En cambio la combinación del efecto anterior con la recuperación de la forma normal del neumático al abandonar el contacto con el suelo, sí que explican el fenómeno.

Si la superficie de la calzada es muy lisa y fuertemente coherente, la rodadura se efectúa en forma absolutamente continua, sin vibraciones. Pero dado el período propio de vibración del resorte, a la alta velocidad que el vehículo adquiere, basta cualquiera irregularidad en la superficie, siendo ésta blanda y no coherente, para que se inicie el fenómeno vibratorio que se materializa en una rodadura discontinua, puesto que las ruedas toman contacto con el suelo y se levantan alternativamente. En la figura señalamos ambas etapas indicando con la flecha hacia abajo el momento en que hay contacto (descarga del peso al suelo y máxima deformación del neumático en la parte de contacto) y con la flecha hacia arriba el instante en que la rueda se aleja de la superficie del camino.

En el instante que la rueda inicia su desplazamiento hacia arriba, la parte del neumático que en el instante inmediatamente anterior ha estado en contacto con el suelo, recupera su forma normal, fenómeno de características esencialmente elásticas que suelta energía produciendo una acción inclinada F , cuya componente horizontal H , empuja las partículas pétreas obligándolas a acumularse en una cresta. El fenómeno vá incrementándose con la cantidad de vehículos que circulan sobre la calzada.



Se observa según la hipótesis anterior que contrariamente a lo que se piensa corrientemente, las ruedas toman contacto con el piso en los valles y saltan sobre las crestas. Creemos que así debe ocurrir, ya que si la rueda tomara contacto en la cresta siendo ésta de escasa resistencia al impacto, se rompería en una brecha, lo que no se observa, y vendría a constituirse en una causa de destrucción de la calamina, cosa que está muy lejos de ocurrir.

La hipótesis anterior confirma plenamente la influencia de los siguientes factores citados en el párrafo precedente y que provienen del vehículo mismo:

Densidad de tránsito: a mayor cantidad de pasadas, mayor repetición de la acción F .

Velocidad: mientras mayor es, más intensa es la vibración de los resortes.

Peso: a mayor peso del vehículo, mayor es la deformación y por lo tanto la acción F .

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO EN LA FORMACIÓN DE ONDULACIONES. SU CRECIMIENTO, DIMENSIONES Y FORMA:

Nos vemos en la obligación de repetir la advertencia hecha anteriormente de que nuestras observaciones y mediciones en el terreno, han sido relativamente escasas por la premura del tiempo que tuvimos para preparar y desarrollar este trabajo. Por otra parte elegimos el camino longitudinal en su tramo de Antofagasta a Varillas (hacia el sur de la ciudad) por tenerlo más próximo para el control de observaciones y por presentar casi la totalidad de tipos de capas de rodadura en los que la formación de calaminas, se presenta con características diversas. Agregamos lo anterior en atención a que dicho tramo del camino tiene una densidad de tránsito baja en comparación con otros más alejados del laboratorio (Término medio de 20 pasadas diarias aproximadamente).

Hicimos observaciones en los siguientes sectores:

- a) Capa de rodado de granulometría fina, con humedad permanente. Consistencia compacta.
- b) Capa de grava predominante, sin cohesión, sobre base dura.
- c) Capa de grava predominante, sin cohesión, sobre base elástica (tipo predominante de camino en la región).
- d) Capa con abundancia de fino ligante, sin I. P. sobre base elástica (tipo predominante en caminos principales recién reparados).

Se midieron las siguientes características:

- Granulometría.
- Índice de Plasticidad.
- Contenido de humedad.
- Longitud de las ondas de calamina.
- Amplitud de las ondas de calamina.
- Perfil longitudinal de las ondas de calamina.
- Curvas de crecimiento de la amplitud.

Los gráficos adjuntos señalan todas las características medidas.

En el gráfico N° 1, podemos apreciar la granulometría fina de la capa de rodadura en un sector de la Quebrada de La Negra con humedad permanente y un 30% de sales solubles a pesar de que el Índice de Plasticidad es 0, o sea, que no hay contenido de arcilla. Es decir: 1° la presencia de un 5% de humedad, 2° la granulometría fina y 3° la presencia de sales que cierran los poros de terreno aprisionando la humedad, son los factores óptimos que convergen a formar una superficie de rodado excelente que para el tránsito existente (que es representativo aproximadamente del tránsito medio en los principales caminos) sería la solución ideal por su economía. La fotografía N° 1 muestra claramente dicha superficie.

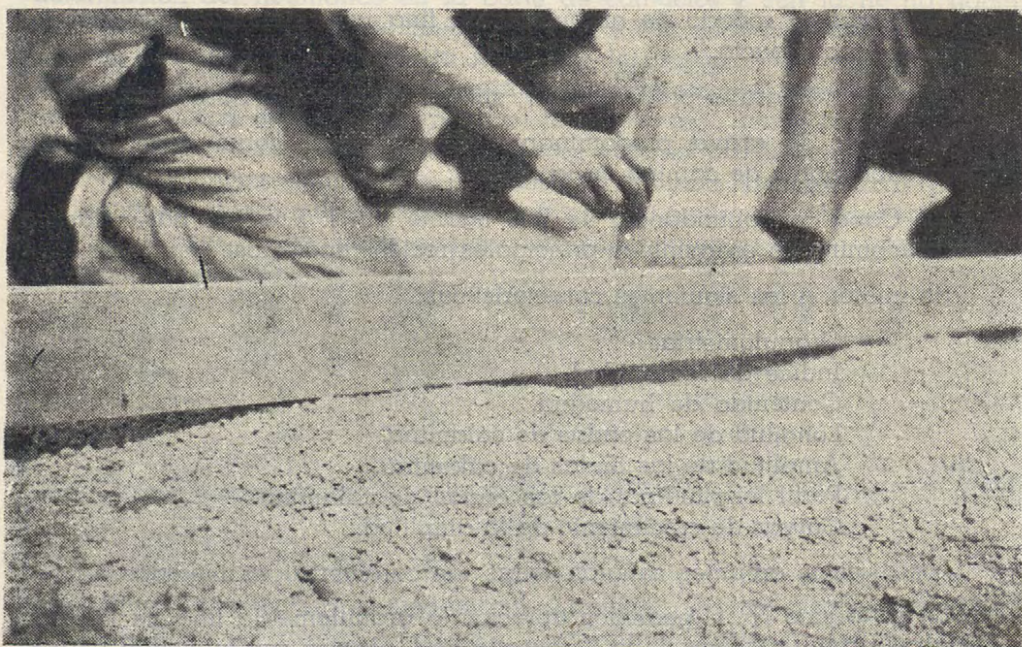
Este material sufre baches periódicamente (pero a lo lejos) por el impacto del tránsito más pesado, deficiencia que se soluciona con parches de la misma naturaleza y con un costo de conservación muy reducido.

En años anteriores se ha hecho la experiencia de llevar esta tierra a otros sectores de caminos en la pampa, con un resultado negativo, pues a pesar de conservarse un tiempo más largo que el corriente, luego se suelta,

se desagregó y se rompe totalmente. Es la falta de humedad permanente que facilita su estado de compactación en la quebrada misma.

Los gráficos 2 al 4, indican la granulometría de los tipos de capa de rodadura que hemos estudiado, señalándose separadamente la granulometría de las crestas y valles de las ondas lo que hemos hecho expresamente para demostrar la influencia que esto tiene en nuestra hipótesis anterior. En efecto, las curvas granulométricas del material de valles, son siempre superiores a las de crestas, es decir, sus partículas son sensiblemente más finas, en cambio son más gruesas las de las crestas, puesto que como hemos señalado, son los granos más gruesos los preferentemente lanzados por la acción ya descrita de la rueda.

En la fotografía N° 6, puede apreciarse una onda completa de calamina en un sector de grava predominante. Obsérvese la grava gruesa en la cresta del primer plano, en cambio en el valle donde el observador tiene la regla, se vé el material apreciablemente más delgado.



Fotografía 6

Las dimensiones de las ondas son eminentemente variables, especialmente la amplitud que crece gradualmente con el número de vehículos que transita. El largo de onda es variable entre límites de 0.66 mts. a 1.1 mts. Pero cabe advertir que los límites anteriores son muy escasos y que predominan fuertemente largos de onda de aproximadamente 0.80 mts.

De 40 observaciones hechas en diversos lugares obtenemos un término medio de: 0.833 mts.

No se aprecia ninguna relación directa entre la naturaleza del terreno y la longitud de las ondas. Posiblemente en el futuro con observaciones más sistemáticamente prolongadas podamos descubrir algo de interés en este punto.

La amplitud varía desde 0 a un máximo de 5.5 cms. aproximadamente. Valores superiores a éste no hemos encontrado, pero él es ya de tal consideración que causa un daño apreciable en los vehículos. En los gráficos N.os 5 al 7 se señalan tres perfiles longitudinales típicos de ondas. El N° 5 es notable, pues representa el caso que describimos especialmente en líneas anteriores: Capa de grava pura sobre base dura. La acumulación se efectúa por cordones normales al eje del camino, siendo el valle aproximadamente plano y largo, mientras la onda es corta y de mayor curvatura. La característica anterior es general: las depresiones son más extendidas y alargadas y las prominencias son más curvas y cortas.

Los gráficos 8 al 11, indican las curvas de crecimiento de la amplitud con los días o número acumulado de pasadas de vehículos. Todas las curvas se han trazado interpolando observaciones y resulta notable la regularidad de su forma, que tiende a la parábola.

Desde luego es casi obvio recordarlo, pero se nota el crecimiento más acelerado de la calamina en las capas donde predomina la grava gruesa (gráficos 8 y 10). En el gráfico 11 se han dibujado juntas las curvas de tres sectores contiguos en el camino de Antofagasta a Varillas, es decir que están solicitados por idénticas condiciones de tránsito y clima.



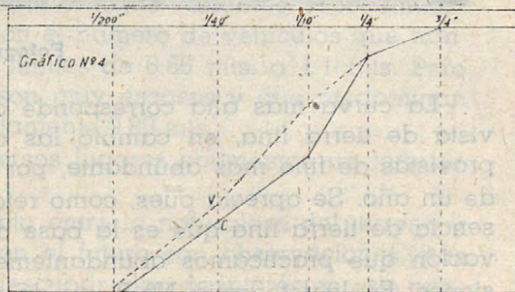
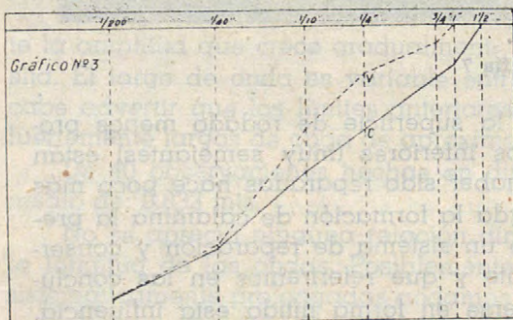
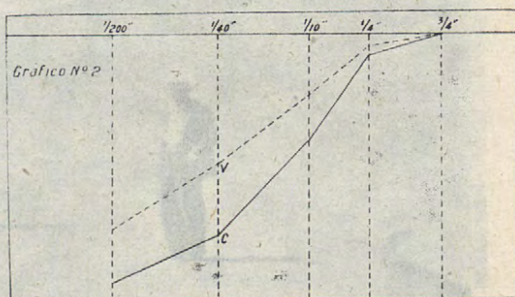
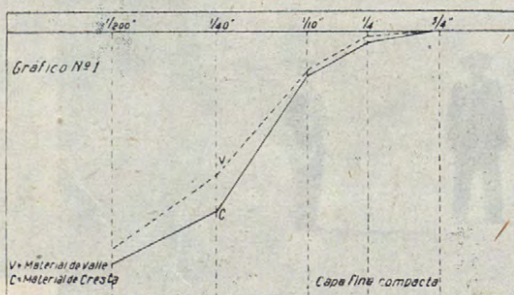
Fotografía 7

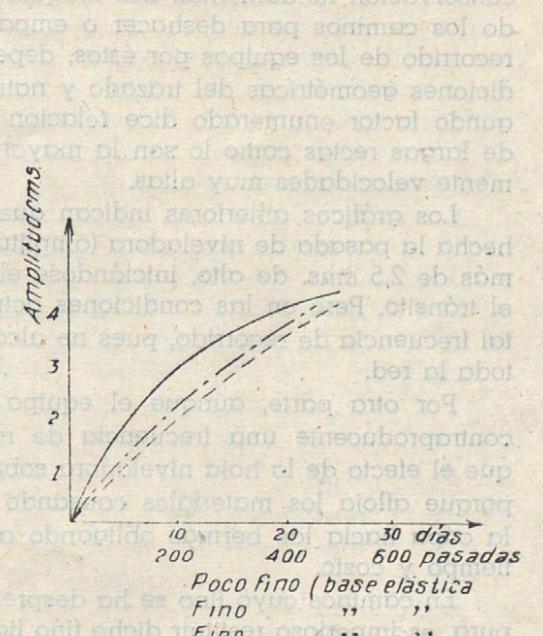
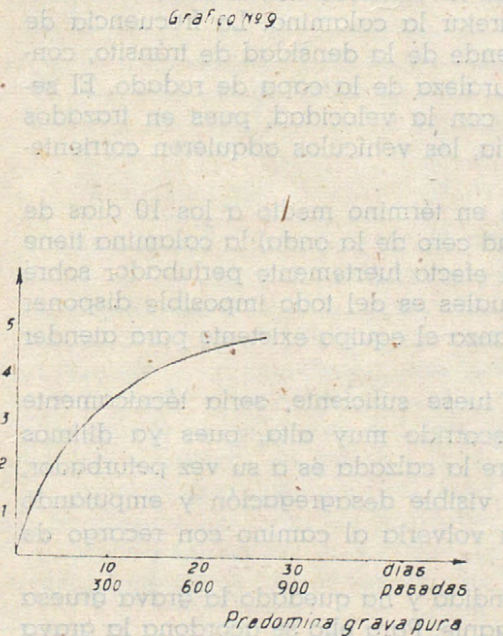
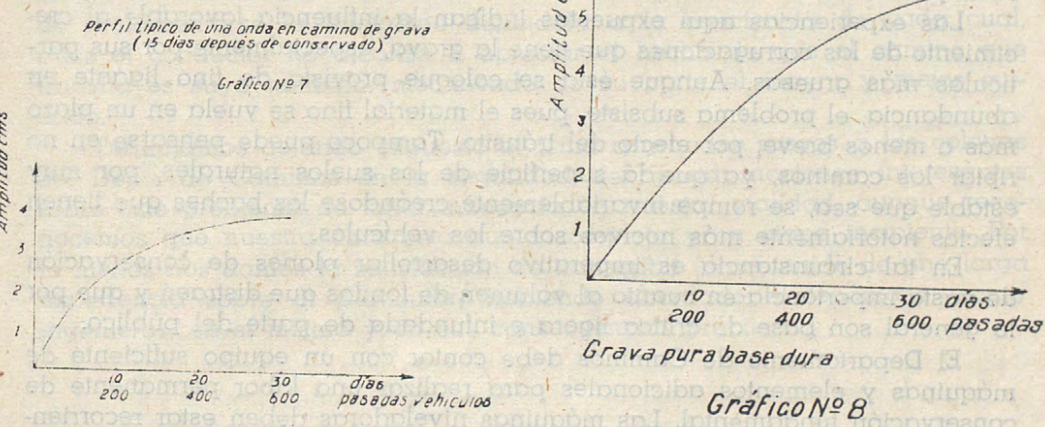
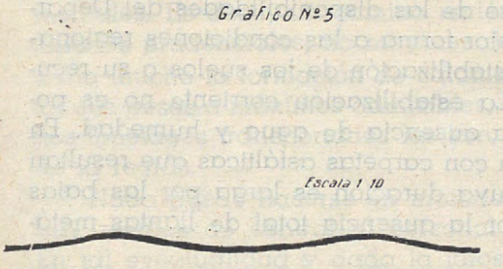
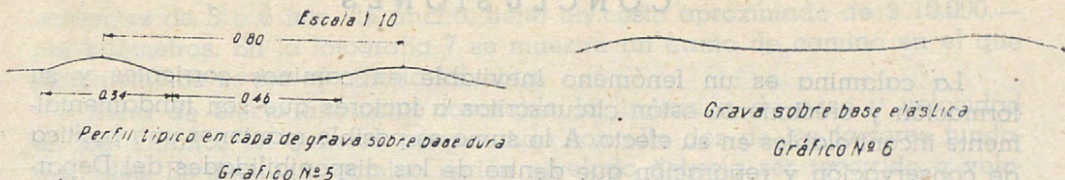
La curva más alta corresponde a la superficie de rodado menos provista de tierra fina, en cambio las dos inferiores (muy semejantes) están provistas de fino más abundante, por haber sido reparadas hace poco más de un año. Se aprecia pues, como retarda la formación de calamina la presencia de tierra fina que es la base de un sistema de reparación y conservación que practicamos abundantemente y que referiremos en las conclusiones. En la fotografía N° 2, puede verse en forma nítida esta influencia. Nótese el costado derecho de la calzada en el que hay fino abundante, casi

no presenta "acalaminação", en cambio el costado izquierdo, donde la grava está pura por haberse desprendido el fino, está fuertemente ondulado.

De las curvas de crecimiento de la amplitud puede deducirse claramente cómo es de apremiante el problema de la calamina en nuestros caminos. En efecto, considérese que una amplitud de onda del orden de 2 a 2,5 cms. ya causa fuerte efecto perturbador sobre los vehículos, especialmente si la velocidad no es superior a 40 Kmts. por hora. Ahora bien, en todos los casos puede apreciarse que antes de las 200 pasadas, ya la amplitud alcanza dicha magnitud, especialmente en el gráfico N° 10 que corresponde a un sector del longitudinal entre Antofagasta y Pedro de Valdivia. En sólo 5 días la calamina alcanza 2.5 cms. con un total de 150 pasadas de vehículos en que predominan los camiones de 3 Tons. que nunca son cargados con menos de 5 ó 6 Tons. Debemos hacer presente sí, que en el sector donde se hizo la observación, la capa de rodadura está casi totalmente desprovista de fino y que en estos días está siendo reparada. En 25 días, con un total de 750 pasadas, ya se tiene una amplitud de 5 cms. de efecto desastroso.

El gráfico N° 11, en cambio, comprueba, frente al anteriormente señalado, la benéfica influencia de la tierra entre las partículas de grava. Así tenemos que en la curva inferior, la amplitud de 2.5 cms. se alcanza recién después de 13 días con 260 pasadas. Y nótese que no hemos podido hacer mediciones en algún sector recientemente reparado con inclusión de fino, caso en que la formación de ondas es aún considerablemente más lenta. En la fotografía N° 7, puede observarse como queda la calzada después del agregado de tierra fina ligante. La vista corresponde a un sector del longitudinal entre Taltal y el límite con Atacama.





CONCLUSIONES

La calamina es un fenómeno inevitable en caminos corrientes y su formación y crecimiento están circunscritas a factores que son fundamentalmente incontrolables en su efecto. A lo sumo es posible mantener una política de conservación y reparación que dentro de las disponibilidades del Departamento de Caminos, se ajuste en la mejor forma a las condiciones regionales. La única solución definitiva es la estabilización de los suelos o su recubrimiento por pavimentos adecuados. La estabilización corriente no es posible en el desierto por la casi absoluta ausencia de agua y humedad. En cambio, es posible ir a la pavimentación con carpetas asfálticas que resultan económicamente muy convenientes y cuya duración es larga por las bajas densidades de tránsito en general y por la ausencia total de llantas metálicas y pezuñas de animales.

Las experiencias aquí expuestas indican la influencia favorable al crecimiento de las corrugaciones que tiene la grava, especialmente por sus partículas más gruesas. Aunque ésta se coloque provista de fino ligante en abundancia, el problema subsiste, pues el material fino se vuela en un plazo más o menos breve, por efecto del tránsito. Tampoco puede pensarse en no ripiar los caminos, ya que la superficie de los suelos naturales, por muy estable que sea, se rompe invariablemente creándose los baches que tienen efectos notoriamente más nocivos sobre los vehículos.

En tal circunstancia es imperativo desarrollar planes de conservación de vasta importancia en cuanto al volumen de fondos que distraen y que por lo general son base de crítica ligera e infundada de parte del público.

El Departamento de Caminos debe contar con un equipo suficiente de máquinas y elementos adicionales para realizar una labor permanente de conservación fundamental. Las máquinas niveladoras deben estar recorriendo los caminos para deshacer o emparejar la calamina. La frecuencia de recorrido de los equipos por éstos, depende de la densidad de tránsito, condiciones geométricas del trazado y naturaleza de la capa de rodado. El segundo factor enumerado dice relación con la velocidad, pues en trazados de largas rectas como lo son la mayoría, los vehículos adquieren corrientemente velocidades muy altas.

Los gráficos anteriores indican que en término medio a los 10 días de hecha la pasada de niveladora (amplitud cero de la onda) la calamina tiene más de 2,5 cms. de alto, iniciándose el efecto fuertemente perturbador sobre el tránsito. Pero en las condiciones actuales es del todo imposible disponer tal frecuencia de recorrido, pues no alcanza el equipo existente para atender toda la red.

Por otra parte, aunque el equipo fuese suficiente, sería técnicamente contraproducente una frecuencia de recorrido muy alta, pues ya dijimos que el efecto de la hoja niveladora sobre la calzada es a su vez perturbador, porque afloja los materiales causando visible desagregación y empujando la capa hacia las bermas obligando a volverla al camino con recargo de tiempo y costo.

En caminos cuyo fino se ha desprendido y ha quedado la grava gruesa pura, es imperioso restituir dicho fino ligante. Para ello se acordona la grava longitudinalmente con la motoniveladora, se le agrega el fino transportado en camiones desde pozos especialmente ubicados y se procede a revolver con la misma motoniveladora hasta dejar la mezcla homogénea, extendiéndola.

dola finalmente en todo el ancho de la calzada. Este tipo de obra en caminos corrientes de 5 o 6 mts. de ancho, tiene un costo aproximado de \$ 10.000.— por kilómetros. En la fotografía 7 se muestra un tramo de camino en el que recientemente se ha ejecutado tal obra.

Sería de efecto altamente favorable la limitación de peso y velocidad en los caminos en general, aminorando con ello dos de los factores fundamentales. Es decir, un camino recién nivelado debería ser recorrido a velocidades prudenciales, no mayores de 60 Kmts. por hora, con lo que se retardaría mucho la formación de calamina. A su vez los camiones deberían limitar sus pesos a máximos admisibles, aunque los fleteros sostengan que pequeños tonelajes transportados les son antieconómicos a las grandes distancias de la región.

Nada puede hacerse en materia de policía vial en este sentido, pues no hay medios de control ni personal suficiente para mantener la vigilancia. En tal eventualidad y dada la idiosincracia de nuestros habitantes, no puede reglamentarse la limitación dejándola a la conciencia de cada cual, pues el conductor no alcanza a apreciar el hecho de que el camino que transita es suyo también, mereciendo de su parte el mayor y mejor cuidado.

Terminamos dejando expuesto el tema a grandes rasgos a los colegas del Depo. de Caminos en la seguridad de aportar nociones interesantes sobre este problema de tanta influencia en nuestra vialidad, aunque reconocemos que nuestra obra está aún incompleta y en etapa incipiente. Por lo menos nos damos la satisfacción de transcribir el contenido de una larga experiencia sobre el particular, habiendo abordado el fenómeno, como ingenieros, en sí mismo y en sus consecuencias prácticas.

Túnel de Zapata en el camino de Santiago a Valparaíso

Por el ingeniero Julio Echevarría Abarca.

Antiguo camino de Santiago a Valparaíso.—

La ciudad de Santiago, capital de la República de Chile, desde su fundación precisó de una unión con el Océano Pacífico. El primer camino de herradura que unió a la capital con el mar dió en su término a la fundación del hoy floreciente primer puerto marítimo de la República que es Valparaíso. En el transcurso del tiempo este camino tropero fué ensanchado y las caravanas de carretas tiradas por varios yuntas de bueyes corrieron por sus polvorientas calzadas durante la colonia y largos años de la República. Los españoles trazaron el camino, cruzando dos cuestas, una a la salida de Santiago (Cuesta de Lo Prado) y otra a medio camino (Cuesta de Zapata) siguiendo mas o menos plano el camino hasta bajar a Valparaíso. Las cuestas fueron salvadas con los característicos caminos de zigzag, pues se llegaba por el cajón de la quebrada hasta el mismo cerro y de ahí nacían estas sinusoides que remontaban las alturas hasta alcanzar el portezuelo y luego bajaban zigzagueando hasta el lecho de la quebrada. Con el advenimiento de los automotores en la década del 1920 a 1930 este camino fué sometido a un mejoramiento, desechándose la cuesta de Lo Prado a la salida de Santiago y reemplazándose por la cuesta de Barriga de gran desarrollo que hizo menos fatigoso para los motores su recorrido. En la cuesta de Zapata se desechó el antiguo trazado y se construyó una variante por el costado Sur de los cerros con un desarrollo amplio dando pendientes de 6% de fácil ascensión por los vehículos motorizados. Este camino fué totalmente pavimentado, desde la Plaza de Armas de Santiago a la Plaza de la Victoria de Valparaíso.

Tiempos modernos.—

La actual circulación de vehículos entre la Capital de la República y el Primer Puerto ha seguido en aumento ascendente llegando en la actualidad a un promedio de 1.000 pasadas de vehículos en 24 horas. Esta cifra en días de acontecimientos turísticos ha sobrepasado los 2.200 vehículos. La gran afluencia de camiones pesados, semi remolques y autobuses de gran número de pasajeros, ha movido a las autoridades de Obras Públicas y en forma especial a la Dirección del Departamento de Caminos, a estudiar y luego poner en acción un plan integral de mejoramiento del trazado de este camino. Para ello se tiene un plan de construcciones de variantes, túneles y otras obras, que reducirán su largo de aproximadamente 150 Km. a poco menos de 125 Km. eliminando las curvas peligrosas, el remontar cumbres, haciendo de él, un camino suave y cómodo dentro de la intrincada topografía que cubre nuestra zona central.

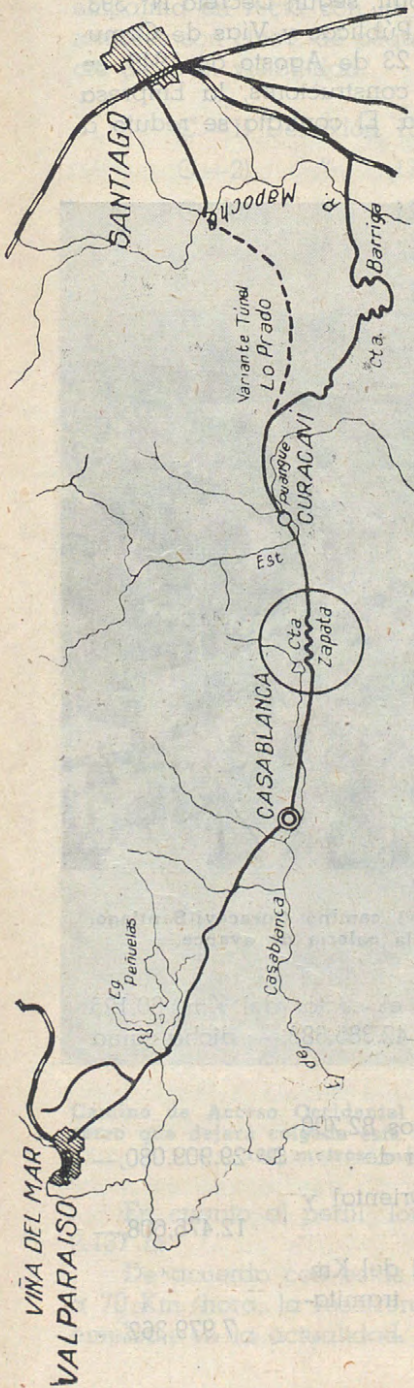
Las principales obras a desarrollarse son:

a).—Variante y Túnel de Zapata, en actual construcción.

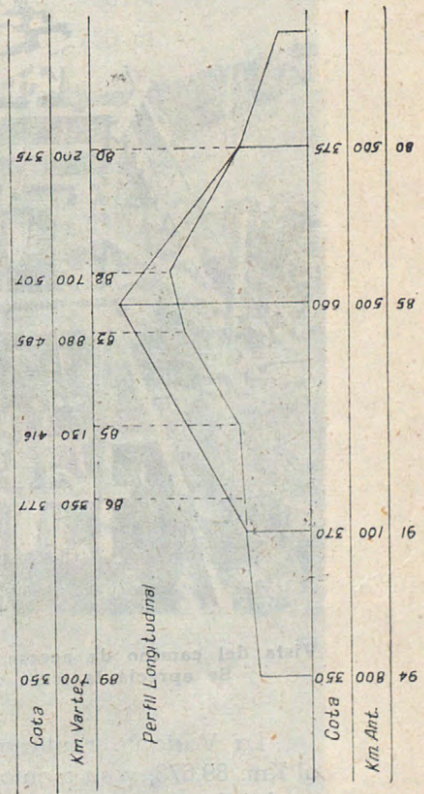
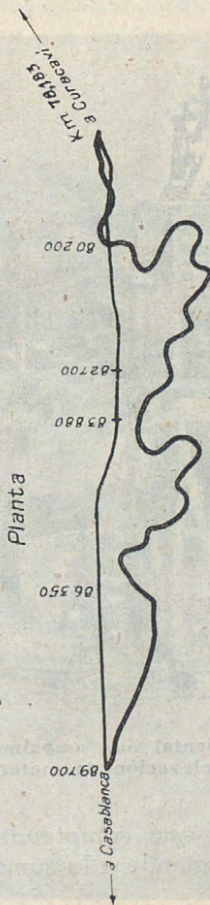
b).—Variante y Túnel de Lo Prado y acceso a la ciudad de Santiago, cuya discusión se publicó en el número de Octubre-Diciembre de 1949, de esta Revista.

c).—Ensanche del camino pavimentado de hormigón de cemento de 4 m. a 7 m., obras que se ejecutan en la actualidad.

d).—Diversas variantes menores, para eliminar curvas, incluyendo la bajada al Puerto de Valparaíso.



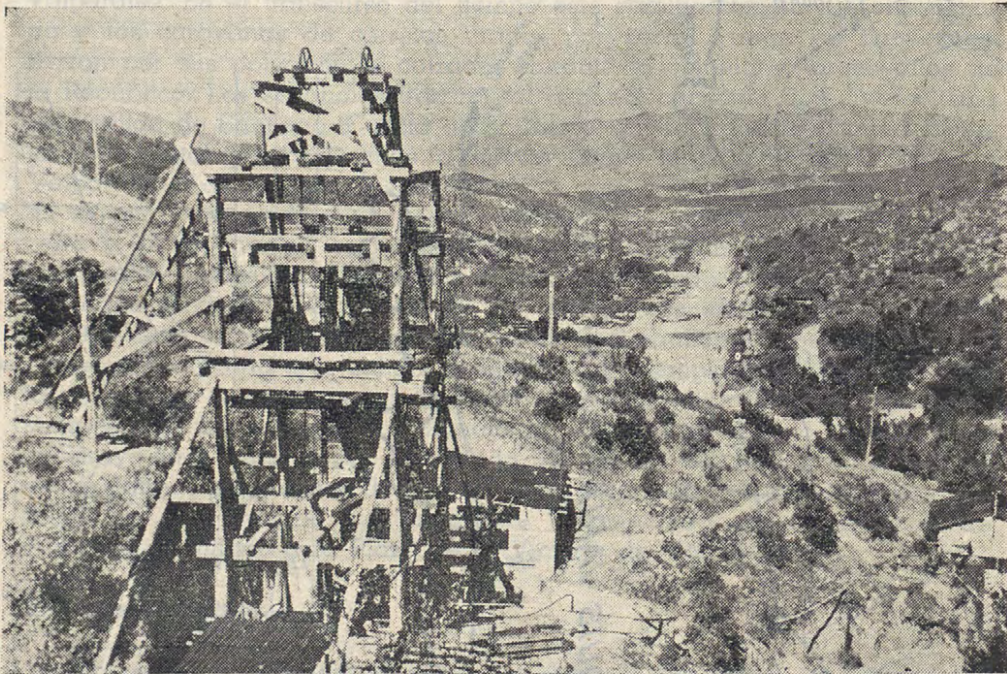
CROQUIS VARIANTE ZAPATA



Variante Túnel de Zapata.—

Con el objeto de dar una idea de conjunto de las obras de la Variante Túnel de Zapata, que motiva estas líneas, se hablará de ellas en términos generales, de modo de dejar para un número próximo los problemas de orden técnico que se han presentado en el curso de la ejecución y en la forma como ellos se han resuelto.

Las propuestas públicas llamadas para la ejecución de estas obras fueron obtenidas por el Sr. Santiago Corbalán Trumbull, según Decreto N° 393, de 12 de Marzo de 1949, del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación. Posteriormente por Decreto N° 1179, de 23 de Agosto de 1949, se autorizó el traspaso del contrato a los actuales constructores, la Empresa Constructora Alfredo Campos Segovia y Cía. Ltda. El contrato se redujo a escritura pública el 8 de Octubre de 1949.



Vista del camino de acceso oriental que empalma con el camino Curacaví-Santiago. Se aprecia la torre de elevación de material de la galería de avance.

La Variante contratada está comprendida en el sector del Km. 80,125 al Km. 89,673, y su monto asciende a la suma de \$ 42.385.688,—; dicha suma se desglosa como sigue:

- | | |
|---|-----------------|
| a) Construcción de un túnel entre los kilómetros 82,700 y Km. 83,880, a sea, 1.180 m. l., por un valor de..... | \$ 29.909.080,— |
| b) Construcción de los caminos de acceso Oriental y Occidental, por un valor de..... | 12.476.608,— |
| c) Posteriormente se amplió el acceso oriental del Km. 80,125 al Km. 78,183, cuyo decreto está en tramitación, por un valor de..... | 7.979.362,— |

Comparación de trazados de la Variante Túnel de Zapata.—

La variante adoptada que incluye la construcción de un túnel, tiene un largo de 11.489 metros de largo real y reemplazará al actual camino de la Cuèsta de Zapata, de 16.600 metros, o sea, que producirá un acortamiento real superior a 5 km.

En planta tiene largos alineamientos, el último de los cuales de 4,7 Km. empalma en recta con la conocida recta de Casablanca. Las curvas horizontales son cinco, de pequeñas deflexiones y grandes radios, en consecuencia de gran visibilidad.

C.—1)	Deflexión	15,75	grados centígrados	R = 1.000 m.
C.—2)	"	17,78	" "	R = 1.000 m.
C.—3)	"	11,96	" "	R = 1.500 m.
C.—4)	"	28,72	" "	R = 750 m.
C.—5)	"	23,33	" "	R = 750 m.



Camino de Acceso Occidental al Túnel. Se puede apreciar claramente la altura del cerro que dejará colgada esta obra. El portezuelo por donde pasa el camino actual es 160 metros más alto que la cota máxima del túnel.

En cuanto al perfil longitudinal, la pendiente máxima es de 6% en 2.137 m.

De acuerdo con estas características es fácil prever que un automóvil a 70 Km./hora, la recorrerá en unos 10 minutos, contra 22 minutos que se emplean en la actualidad.

Como se dijo anteriormente se producirá una economía de 5 Km. reales. En el largo virtual la economía será de 7 Km. considerando el costo de un Km. virtual por vehículo en \$ 5, y un tránsito medio de 300.000 vehículos anuales, el total de la economía será:

$$5 \times 7 \times 300.000 = \$ 10.500.000 \text{ anuales.}$$

El costo final de la variante, incluyendo el pavimento, que aun no ha sido contratado, se puede decir que alcanzará a unos \$ 80.000.000.

Resulta pues, que en ocho años quedará amortizado el capital invertido, unido a que todas estas sumas que hoy día gastan los vehículos en remontar la cumbre de la cuesta, gasolina, aceite, repuestos, etc., todas son de procedencia foránea, las cuales las economizará la economía nacional.

Fuera de las ventajas de tiempo y costo de explotación, el nuevo trazado mejorará enormemente el factor seguridad, ya que elimina casi todos los peligros del manejo en cuestas.



Camino de acceso occidental visto desde la boca del túnel. Estos grandes cortes empalman con el camino a Casablanca.

Conviene hacer notar que la variante del túnel que corresponde a la mejor solución que se ha encontrado para ese sector, coincide salvo en pequeños detalles al antiguo trazado del camino del tiempo de la Colonia, pues en vez de subir el cerro en zig-zag, lo atraviesa por un túnel. El desarrollo del trazado se efectúa por el mismo cajón del camino actual, teniendo la cota más alta del túnel 160 metros, más baja que la cota del portezuelo en actual servicio. El portezuelo de Zapata tiene una cota de 660 metros sobre el nivel del mar.

Acceso al Túnel. — Con el objeto de dar trabajo a los obreros que se iban desocupando a medida de la terminación del Túnel Angostura de Pai-

ne (ver número Julio-Septiembre de 1949 de esta Revista) el Departamento de Caminos instaló faenas por administración en los movimientos de tierras de los caminos de acceso al túnel, alcanzándose a ejecutar un volumen de 67.000 m³. La Empresa Constructora Alfredo Campos, le quedó por ejecutar las siguientes cantidades de obras:

Cortes	327.000 m ³ .
Empréstitos	44.000 m ³ .
Terraplenes	345.000 m ³ .
Depósitos	26.000 m ³ .

A la fecha se han ejecutado alrededor del 65% de estas obras, habiendo resultado las excavaciones con los siguientes porcentajes medios de dureza:

Blando 20%; dureza media 70% y roca 10%.



Pála mecánica trabajando en los terraples del camino del Túnel de Zapata a Casablanca.

El plazo, que según el contrato es de 16 meses, con los aumentos de obra llegará a cerca de 26 meses, estimándose suficiente, ya que se espera terminar el movimiento de tierras el presente año (el plazo rige a partir de la escritura pública de fecha 8 de Octubre de 1949).

En general las excavaciones están concentradas en grandes cortes, siendo notables los de los accesos, que tiene en el eje alturas de cortes de superiores a 27 metros. Los terraplenes también están concentrados, existiendo uno con un volumen de 100.000 m³ y 18 metros de altura.

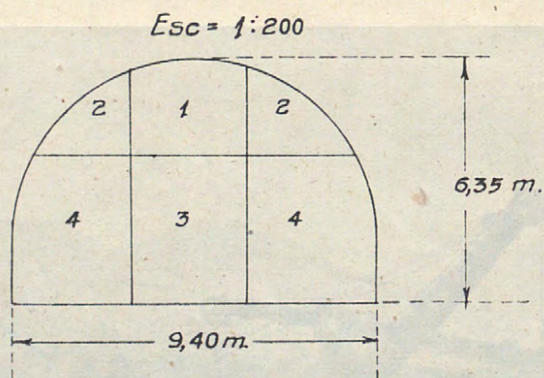
Las obras de arte son las normales, reforzadas en los casos necesarios.

Los contratos de obras no incluyen la confección del pavimento.

Túnel.—El túnel es recto con 1.180 m. l. de longitud y con galibo semejante al del Túnel de Angostura; ancho libre 8,40 m. (calzada 7 m. y 2 pasillos de 0,70 c/u) y alto de 5,92 m. desde el pavimento. El cielo es una bóveda de medio punto de 4,20 m. de radio.

La pendiente de proyecto era de 1,8% bajando de Oriente a Poniente, pero con el objeto de evitar una nápa subterránea y disminuir con ello el agotamiento de la frente boca Oriente, se levantó la resante en ese punto aumentando la pendiente a 2%. Además este cambio acercó a la boca Oriente una curva vertical, de modo que las aguas lluvias del exterior que primitivamente entraban al túnel, con el cambio adoptado, desaguan hacia afuera.

El presupuesto consulta además la construcción de 2 portales y revestimiento en 400 m. l. En realidad una vez ejecutada la excavación se fijarán en definitiva los sectores con revestimiento, de acuerdo a la calidad del cerro (Revestimiento de 0,40 a 0,50 m. de espesor).



SECCION TRANSVERSAL DE EXCAVACION

Orden de Avance

1. Galería de pilotos.
2. Ensanches superiores.
3. Desbanque central inferior.
4. Ensanches laterales.

La sección de excavación es de 9,40 m. en el piso y altura en el eje de 6,35 m. siendo el cielo un medio punto de 4,70 m. de radio. La sección, incluso excavación de las zapatas del revestimiento da 52 m³/m. l.

A semejanza del método de construcción del túnel de Angostura, se consultó en el proyecto ejecutar las excavaciones en la siguiente forma:

- 1º—1 Galería piloto de 6 m². en el eje, junto a la bóveda.
- 2º—2 Galerías de avance de 7 m². c/u., una en cada extremo del piso.
- 3º—32 m² de excavación en ensanches, rebajes, realces, etc.

Sin embargo, el cerro ha resultado tan duro y tan difícil de perforar, que se ha cambiado el método de excavación al siguiente (ver croquis fig. 1).

1º—Galería piloto (6 m2).

2º—Ensanches superiores (4,50 m2 c/u.)

3º—Desbanque central inferior (10 m2.)

4º—Ensanches laterales (13,50 m2 c/u.)

El cerro ha resultado un granito de gran dureza en los que se ha excavado, salvo en los 80 primeros metros la boca Oriente, donde hay rocas descompuestas, maicillo, etc. En estos 80 m. ha sido necesario ejecutar enmaderación de seguridad. Más adentro, en esta misma boca, ha aparecido el mismo granito característico de la boca Poniente.

A esta fecha el avance de las excavaciones es el siguiente:

Boca Oriente.....	Galería piloto	102 m. l.
	Ensanches	600 m3.
	Enmaderación	213 m3.
Boca Poniente.....	Galería Piloto	370 m. l.
	Ensanches	1.200 m3.
	No ha habido necesidad de enmaderar.	

En la actualidad se trabaja en dos turnos, esperándose que con la llegada de materiales de perforación de mejor calidad que el disponible y solucionando otros pequeños detalles, se podrán unir las galerías piloto en Septiembre u Octubre del presente año.

Para la construcción del túnel hay plazo de 33 meses a partir de Octubre de 1949, pudiéndose estimar que probablemente se dará en este período término a la obra.

En un próximo número de la Revista de Caminos se darán a conocer algunos aspectos de las maquinarias en trabajo, consumo de aire, acero, explosivo, costos de trabajos, etc.

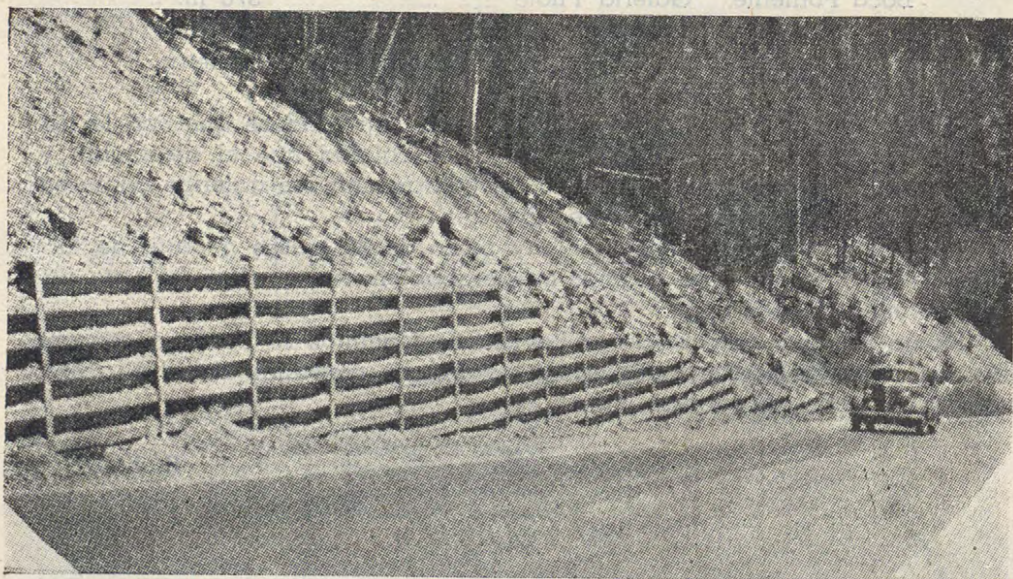
R. E. I.

Encastillados para contención de tierras

Por el ingeniero Oscar Jiménez Gundían.

Debido a la topografía montañosa de nuestro territorio, resulta frecuente en la construcción de nuestros caminos, que los derrames de algunos terraplenes se extiendan por laderas fuertemente inclinadas, haciéndose necesario, en muchos casos, limitar estos derrames mediante muros de contención que se proyectan o construyen como "pié del terraplen".

Esta misma necesidad de limitar los derrames y taludes de los terraplenes, se presenta también en los accesos a los puentes y pasos superiores o inferiores y en general, donde quiera que sea necesario ejecutar obras de tierras, de modo que, tratándose de un problema frecuente y variado se han desarrollado también muchos tipos diferentes de obras para su solución.



Así, ha sido una práctica muy extendida entre nosotros construir económicos muros de contención aprovechando los mismos materiales proporcionados por los desmontes, con cuyas piedras se ejecutan albañilerías ya sea en seco o en mortero.

No siempre sin embargo, se encuentra el material económico y adecuado para albañilerías y en todo caso, tienen éstas una aplicación muy limitada ya que su empleo se debe restringir a alturas máximas de 2 a 2.50 mts. para albañilería con mortero. Sobrepasar estos límites, dentro de un territorio sujeto a frecuentes perturbaciones sísmicas, no solo puede conducir a soluciones anti-económicas sino también poco seguras. El empleo del hormigón simple, o armado puede proporcionar la solución necesaria en casos mas severos, pero el alto costo que casi siempre representan estas obras con los materiales indicados, induce a buscar otras soluciones de mayor adaptabilidad.

Entre estas soluciones, cabe destacar una que se ha estado usando en Estados Unidos cada vez con mayor frecuencia y buen resultado, se trata de un sistema de muro hueco, constituido por un verdadero encastillado de piezas o elementos de dimensiones tipos, adosados de manera de formar verdaderas jabas trabadas unas a otras. La estabilidad del conjunto se obtiene con el propio peso del material del terraplen contenido por el encastillado y aprisionado entre las jabas y piezas que forman el conjunto.

Estos encastillados pueden ejecutarse en madera, hormigón u otro material. Las dimensiones de las piezas constitutivas se pueden mantener constantes para gran variedad de muros, haciéndose las variaciones del conjunto solo en las disposiciones del entramado y en el ancho de las jabas, las que pueden hacerse sencillas, dobles o triples.

El dimensionamiento de los castillos o jabas se hace calculando la estabilidad al volcamiento del conjunto formado por el castillo y el material que queda aprisionado dentro de él.

En los últimos años la aplicación de estos tipos de muros se ha extendido en tal forma, que hoy día se fabrican perfiles metálicos especiales para la ejecución de estas jabas de contención que se designan como "steel cribbings":

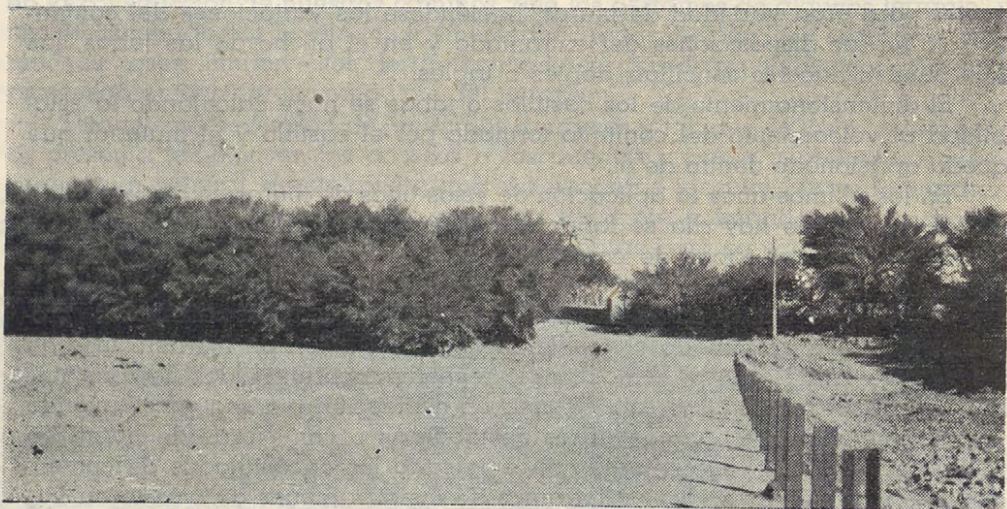
Por nuestra parte, en la Sección Puentes, al estudiar diferentes proyectos que han presentado el problema de la extensión de los derrames de los terraplenes de acceso, hemos tenido repetidas oportunidades de constatar la conveniencia de aplicar este sistema de contención, ya sea constituyendo los encastillados o jabas con trozos de maderas o con piezas de hormigón prefabricadas. Y es así como se han empleado los encastillados de contención para la limitación de los derrames de los terraplenes de acceso en varios pasos superiores de la carretera de Santiago a La Serena. Los pasos superiores "El Negro", "Huaquen", "La Calavera" y "La Serena", consultan la ejecución de estos tipos de muros.

Como dato ilustrativo podemos consignar que en el caso del paso superior Huaquen se presupuesta la ejecución de 105 ml. de encastillados de contención cuyas alturas varían entre 5,65 y 1 mt. con un costo total de \$ 205.200. El material de estos encastillados será el hormigón armado. La ejecución de un muro corriente de hormigón simple para hacer el mismo trabajo, habría representado una inversión superior a \$ 350.000.—.

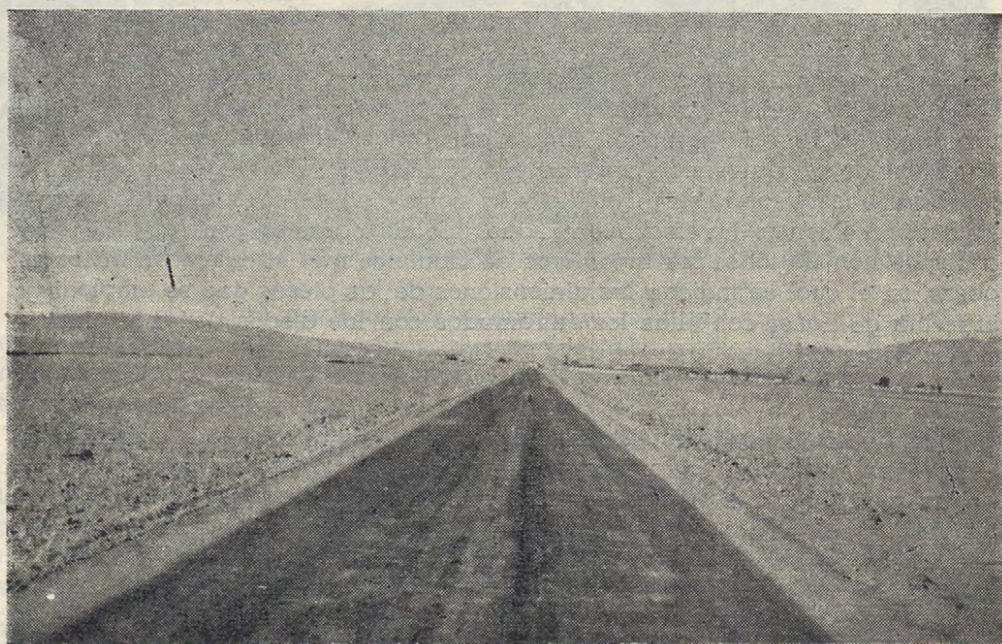
Para hacer más fácil el estudio y la aplicación de estos tipos de muros, la Sección Puentes ha hecho un plano tipo de carácter general, que está a disposición de todos los Ingenieros de Caminos que se interesan en estas obras, en el cual se indican las dimensiones de las piezas que se emplean y la forma de hacer con ellas los entramados con las disposiciones y proporciones de estos.

Fotografías de Obras

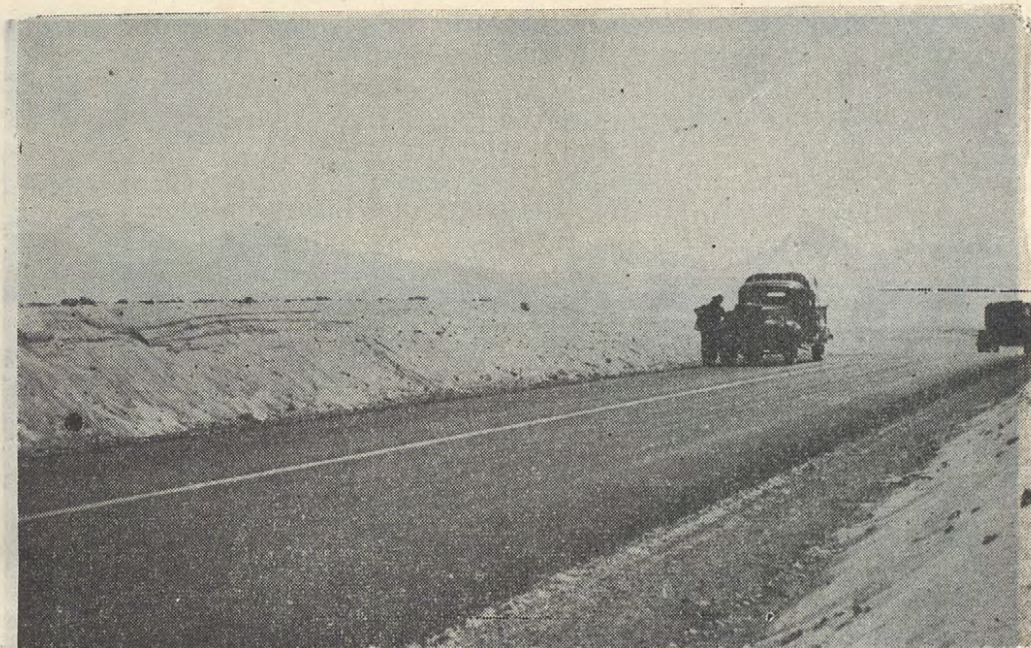
PROVINCIA DE ANTOFAGASTA



Camino de Calama a San Pedro de Atacama.—Badén de 64 m. de largo por 7 m. de ancho, en el Km. 0.5 de la Variante Aguirre



Camino Longitudinal, llegada a Baquedano.—Pavimento estabilizado y riego de imprimación



Camino Antofagasta a Tocopilla, Zona del Aeropuerto de Cerro Moreno, Km. 14.

Camino de Tocopilla a Peine.—Huella de 3 m. de ancho.—Alfombrado de grava sobre dunas a la izquierda y Tocopilla.



Camino de Antofagasta a Tocopilla, a la altura del K. 14.

Camino de Antofagasta a Tocopilla.—Ruinas de Ccbija.

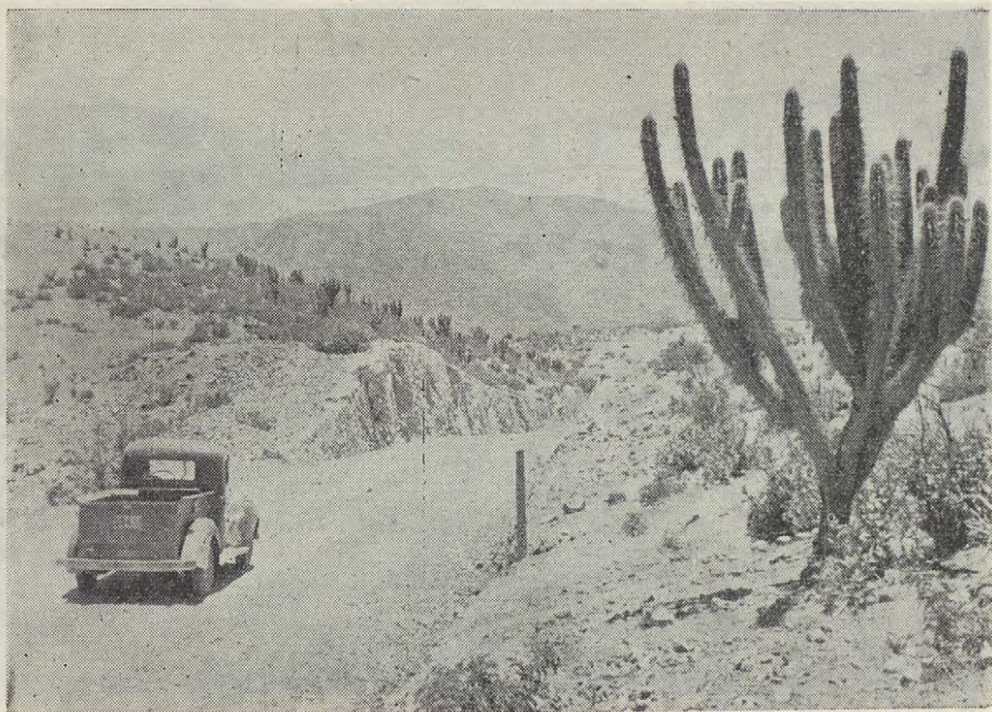


Camino de Toconao a Peine.— Huella de 3 m. de ancho.—Afirmado de grava sobre dunas a la llegada a Toconao.

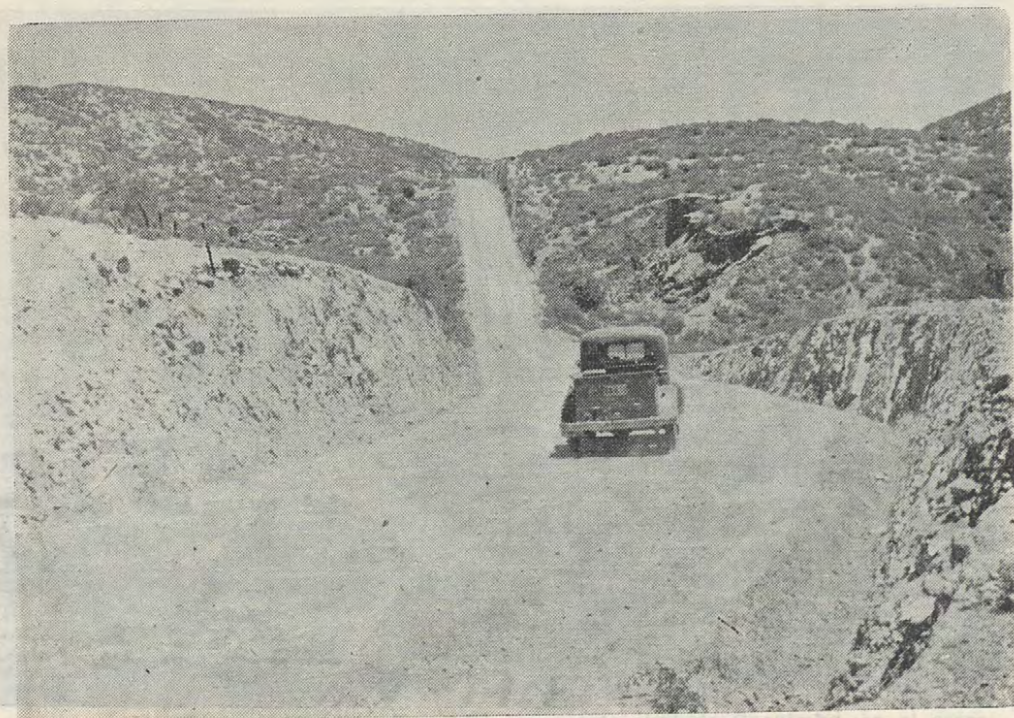


Camino de Antofagasta a Tocopilla, a la altura del K. 82.

Camino de Antofagasta a Tocopilla.— Ruinas de Cobiya.



Camino de La Serena a Ovalle, Zona de la Cuesta de Las Cardas.



Camino de La Serena a Ovalle, Zona de la Cuesta de Las Cardas.

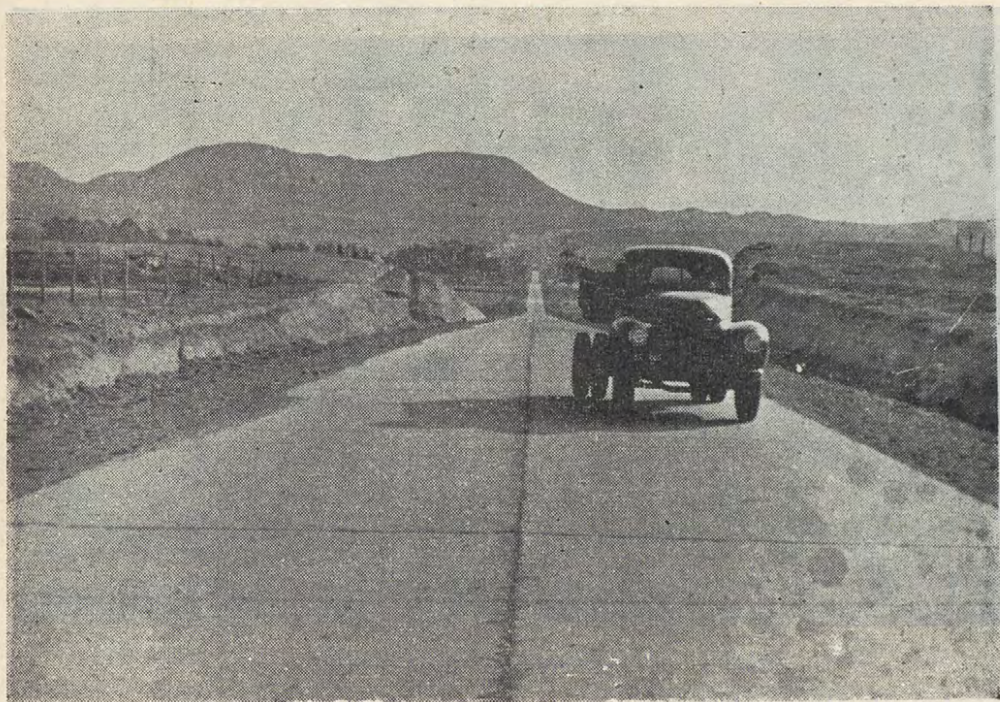


Camino de Tococonco a Peine.— Huella de 3 m. de ancho.— Altimetro de arena 2275 metros

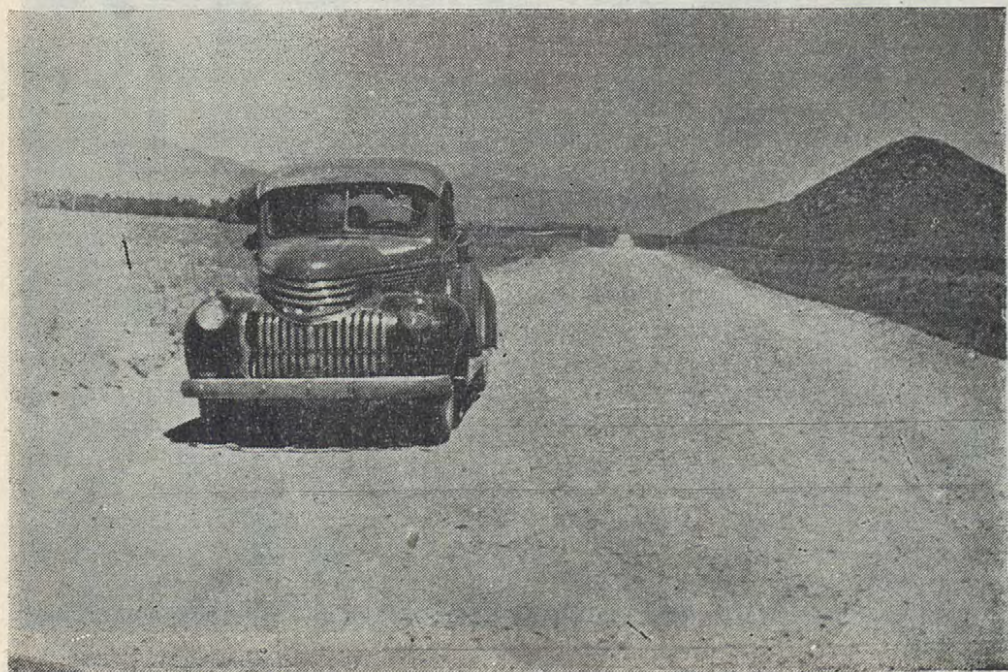
Camino de La Serena a Ovalle, Variante Agua Buena en Pejerreyes.



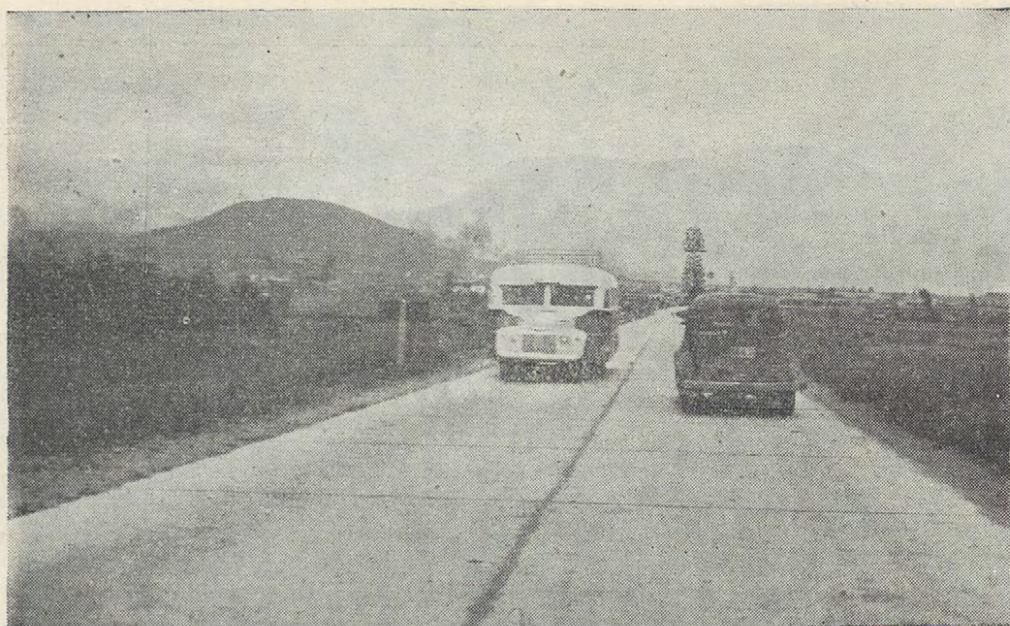
Carretera Pan-Americana.— Vista cerca de la salida Sur del Puerto de Coquimbo.



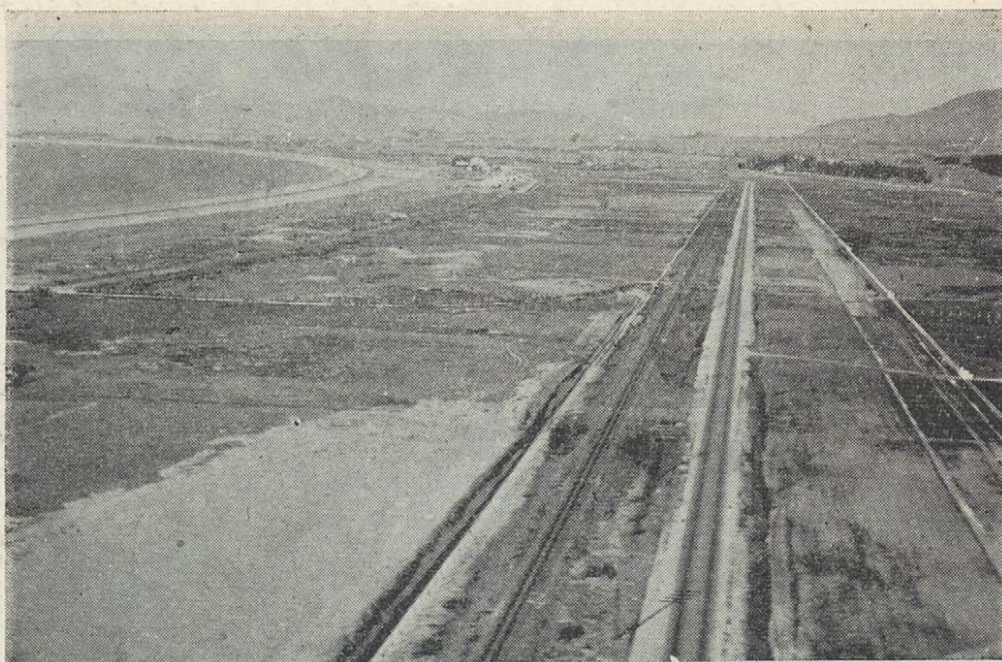
Carretera Pan-Americana.— Camino pavimentado al Sur de Coquimbo.



Camino de La Serena a Ovalle.— Zona del aeropuerto civil de Coquimbo, en el cerro Pan de Azúcar.



Camino de La Serena a Juan Soldado



Vista aérea del camino pavimentado de Coquimbo a La Serena.— A la izquierda se puede apreciar la línea férrea, la playa y el Casino de Peñuelas.



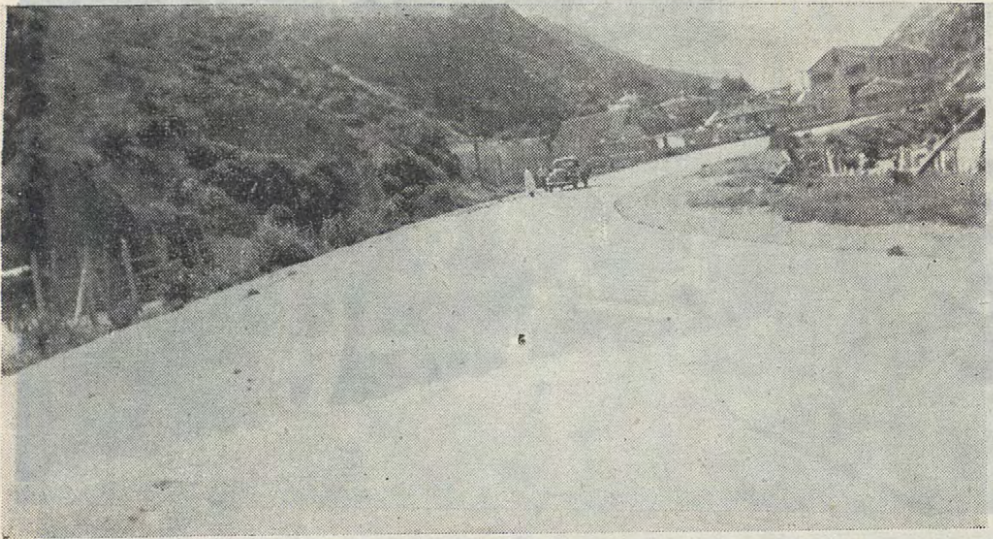
Camiones de Camincs en las faenas de estabilizadcs de la Alameda Yungay de San Felipe.

Camino Internacional a Mendoza.—Sector Fiestas Los Oñitos.



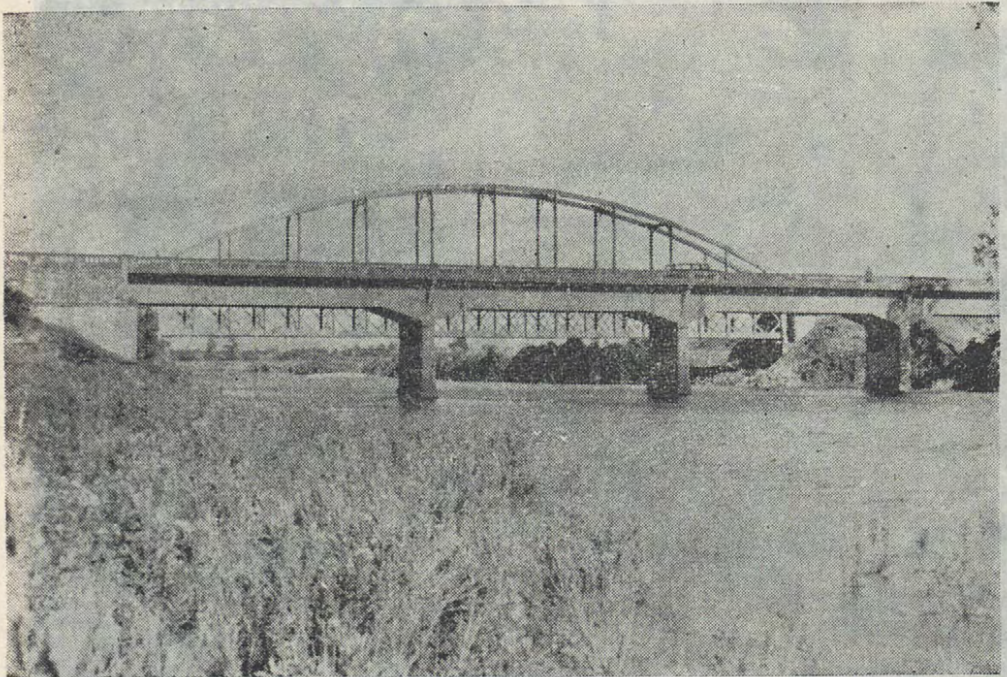
Camino de Santa María al Balneario de Jahuel.— Sector Avenida Las Acacias.

Camino de Puerto Mocha a Puerto Varas.— Túnel de los Encorvados.

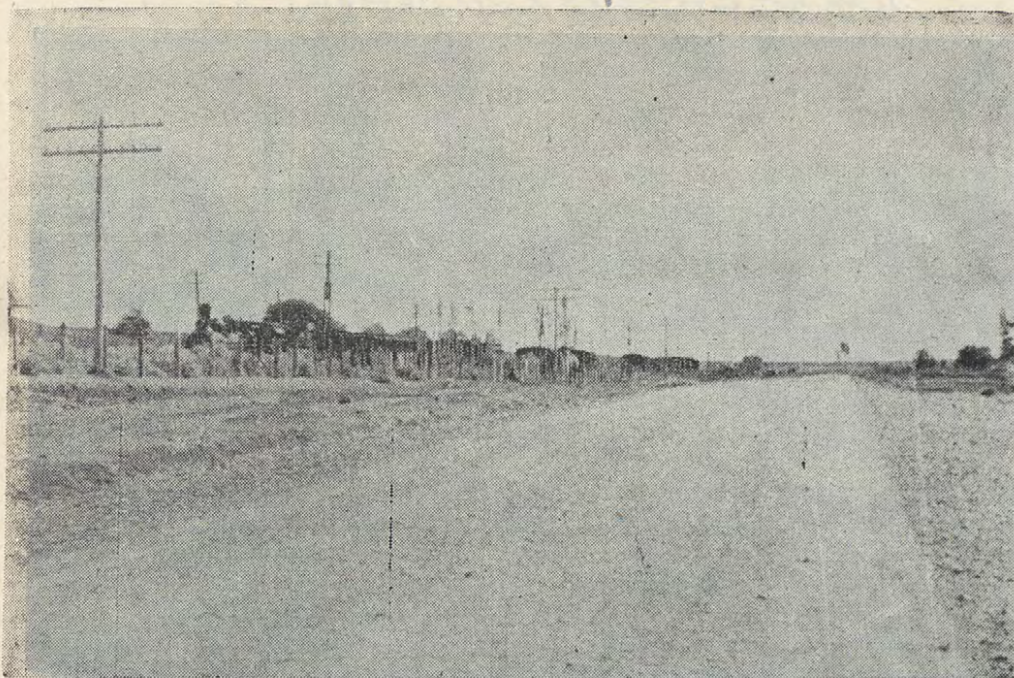


Camino Internacional a Mendoza.—Sector Planta Eléctrica Los Quilcs.

PROVINCIA DE CAUTIN

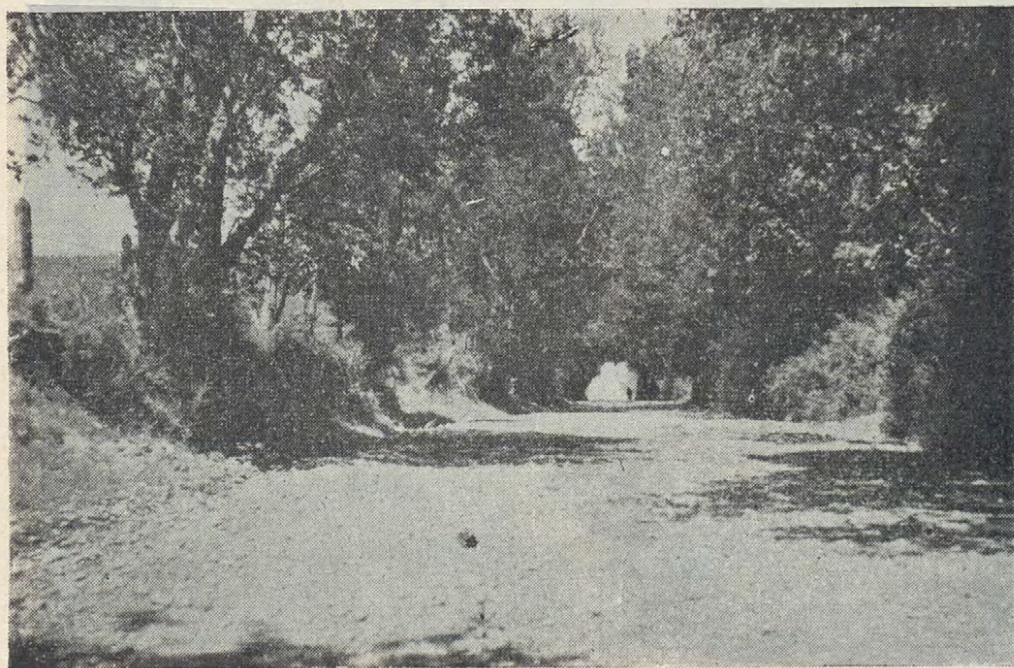


Puente carretero sobre el Río Quepe, en el Camino Longitudinal Sur.— Al fondo se vé el puente ferroviario.

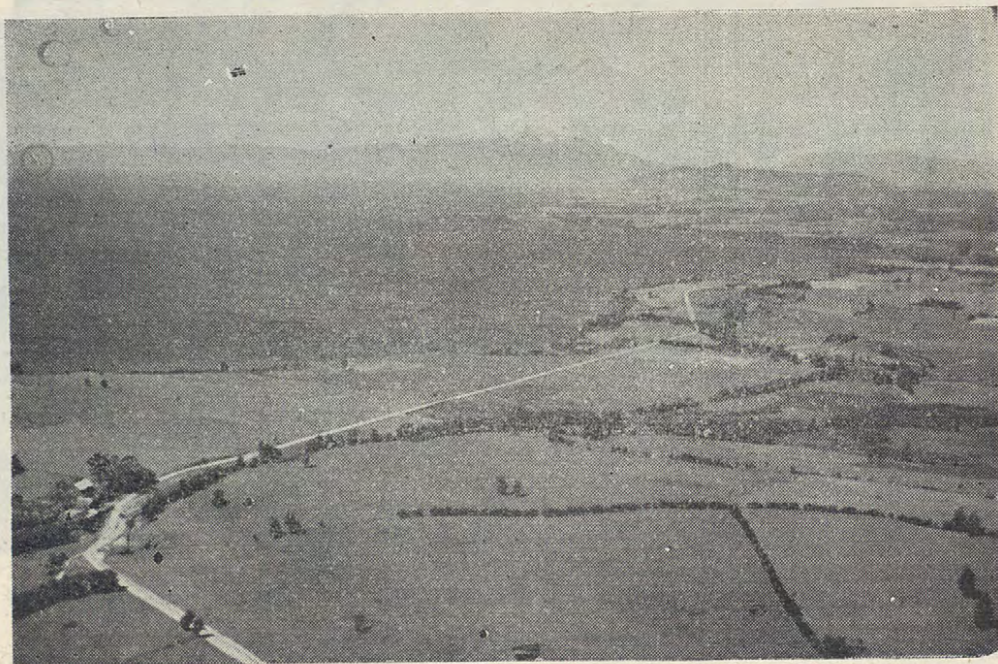


Camino Longitudinal, Variante Padre Las Casas.

PROVINCIA DE LLANQUIHUE



Camino de Puerto Montt a Puerto Varas.— Túnel de los Enamorados.

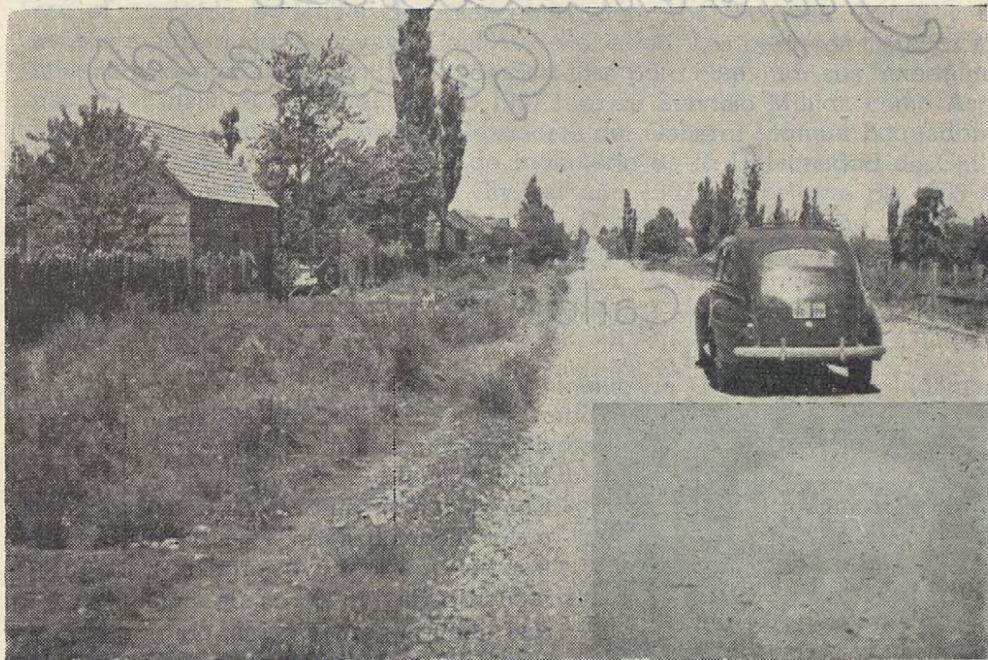


Vista aérea del Camino Internacional a San Carlos de Bariloche.—Sector Puerto Varas a Ensenada.— Al fondo el Lago Llanquihue y el Volcán Osorno.

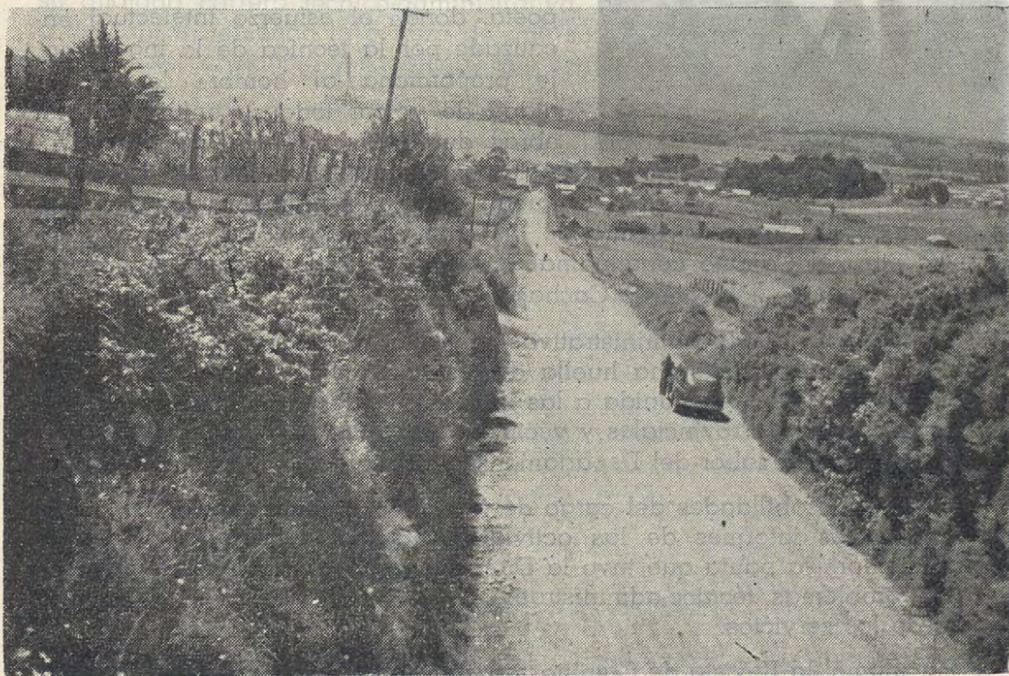


Camino de Puerto Montt a Puerto Varas, cerca de Puerto Chico en Lago Llanquihue.

PROVINCIA DE LLANQUIHUE



Camino de Puerto Montt a Puerto Varas.— Cerca del Pueblo de Alerce.



Camino de Puerto Varas a Río Fric.— Al fondo se puede ver la ciudad de Puerto Varas.

PROVINCIA DE LANGUINE

Informaciones Generales

Ingeniero Carlos Pedrasa Castillo



Don Carlos Pedrasa Castillo, después de servir en las reparticiones técnicas del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación durante 40 años se acoge a los beneficios de la jubilación. Deja tras esta larga trayectoria de trabajo un recuerdo de las obras de ingeniería en que le cupo participación, obras que han servido y seguirán prestando comodidad en las carreteras quizás por cuantos decenios más. Maravilloso es abrazar una profesión con la misma mística de un poeta, donde el esfuerzo intelectual encauzado por la técnica de la ingeniería, le proporciona al hombre la oportunidad de volcar todo su entusiasmo en obras duraderas de beneficio colectivo. Así pues, durante su estada en la Sección Puentes del Departamento de Caminos

le correspondió proyectar, dentro de las innumerables obras, dos grandes puentes para el Camino Longitudinal Sur, ellos son: el puente sobre el río Maipo y el puente sobre el río Cachapoal.

En las actividades administrativas, durante su desempeño como Ingeniero de Provincia, deja una huella del estricto y fiel cumplimiento de la reglamentación caminera, unida a las buenas relaciones entabladas con las demás Autoridades Provinciales y vecinos de la zona, logrando que se comprendiera mejor la labor del Departamento de Caminos.

Las responsabilidades del cargo de Ingeniero Visitador dió lugar a que sus ecuanímes informes de las actividades de las Oficinas Provinciales fueran siempre la pauta que tuvo la Dirección del Departamento para resolver los problemas técnico-administrativos que se producen en el natural rodaje de los servicios.

Por último, la Revista de Caminos, la cual lo tuvo como Director, conoció su celo por mantener y mejorar la calidad de esta ventana informativa de los Caminos Chilenos.

Es interesante conocer en breves líneas la biografía de este servidor público que con fecha 1º de Marzo de 1951 se ha acogido a un merecido descanso. El Ingeniero Carlos Pedrasa Castillo, nació en Santiago, y su padre era el conocido agricultor de Aconcagua, don Abel Pedrasa Garay y su señora madre doña Genoveva Castillo Recabarren. Los primeros estudios los inició en Santiago en el Patrocinio de San José para continuar sus humanidades en el Instituto Nacional. El año 1901 hizo su Servicio Militar, como Aspirante a Oficial en el Regimiento Cazadores del General Manuel Baquedano. El año 1902 ingresó a la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, de donde egresó como Ingeniero Civil el año 1907. En Febrero de 1908 se incorpora al personal del Ministerio de Obras Públicas, como Nivelador de la Comisión de Geografía y Minas. En Agosto de 1910 vuelve a la Escuela de Ingeniería a rendir su Memoria de Prueba, la cual versó sobre "Cálculo de una viga parabólica para puente ferroviario" y un proyecto de "Alcantarillado de la ciudad de Parral".

En Abril de 1913 ingresa al Departamento de Caminos como Ingeniero de la Provincia de Maule; en 1915 desempeña el mismo cargo en la Provincia de Curicó. El año 1920 se retira voluntariamente del servicio para dedicarse a actividades particulares. En Octubre de 1923 ingresa a la Empresa de los FF. CC. del E. como Ingeniero Inspector de Construcción y Reparaciones de puentes de la Segunda Zona de la Sección Vías y Obras. En Noviembre de 1925, vuelve a Caminos, pero esta vez, a prestar su colaboración en la Sección Puentes. En Febrero de 1927 se hace cargo de la Provincia de Malleco como Ingeniero de Provincia. Al año siguiente pasa a la Provincia de Talca con igual cargo. En Marzo de 1935 regresa a la Sección Puentes como Ingeniero Inspector. En 1938, se le nombra Ingeniero Visitador del Departamento de Caminos, cuyas funciones fueron matizadas en los últimos años con la labor de Director de la Revista de Caminos. De este alto cargo de su dilatada carrera técnico-administrativa, el señor Pedrasa se ha retirado a descansar, teniendo la certeza de que su labor dentro de Caminos, es un ejemplo de constancia y sacrificios que será la guía a seguir por los nuevos Ingenieros.

R. E. I.

Manifestación de despedida ofrecida a los funcionarios de caminos, señorita Berta Kaulen Ossa, Carlos Pedrasa Castillo y Benjamín Icaza Barros

Con motivo de haberse acogido a la jubilación la señorita Berta Kaulen Ossa, meritoria dibujante de Caminos, y los Ingenieros Carlos Pedrasa Castillo y Benjamín Icaza Barros, se llevó a efecto en los Comedores del Casino de la Dirección General de Obras Públicas, ubicado en el 11° Piso del nuevo edificio del Ministerio, un almuerzo de camaradería, el Sábado 17 de Marzo de 1951.

Este almuerzo se vió prestigiado con la presencia del señor Director del Departamento de Caminos, don Ernesto Berríos Waidele, de Ingenieros Jefes, compañeras y compañeros de labores de los festejados.

A la hora oportuna, el Ingeniero Ramón Escobar Inostroza ofreció la manifestación, destacando la personalidad de los festejados, a quienes en nombre de sus colegas de trabajo les deseó felicidad en su descanso. A continuación, el Ingeniero señor Carlos Navarro, usó de la palabra para referirse a la enseñanza de rectitud y corrección recibidas cuando fuera Ayudante del señor Pedrasa. Luego, el Ingeniero Armando Armazón brindó por los festejados haciendo acotaciones jocosas.

En nombre de los agasajados agradeció el señor Carlos Pedrasa, quien excusó la inasistencia del señor Icaza, que se encontraba resentido de salud.

Cerró la manifestación el Ingeniero Héctor Briones, quien destacó la importancia de estas reuniones de camaradería, las cuales eran el feliz augurio de confraternidad de la familia caminera.



En la terraza del nuevo edificio del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación, ubicada en el 11º piso, posaron para la "Revista de Caminos", los asistentes a la manifestación.— En el centro está el Sr. Director del Departamento de Caminos Ing. Ernesto Berrios, a su derecha el Ing. Carlos Pedrasa y a su izquierda la Srta. Berta Kaulen.

Propuestas públicas abiertas en la Sala de despacho del señor Director del Departamento de Caminos

La Secretaría General del Departamento de Caminos ha registrado las siguientes Propuestas Públicas llamadas para la construcción de caminos y puentes.

El día **2 de Octubre de 1950** se abrieron las propuestas par la construcción del camino de **Osorno a Trumao Km. 0,437 al 0,000 y del 0,000 al 2,375**. Se presentaron ocho oponentes, saliendo favorecida la más conveniente presentada por la **Soc. Constructora Ubilla y Cía. Ltda.**, por la suma de \$ 4.187.943.50.

El día **5 de Octubre de 1950**, se procedió a abrir las propuestas solicitadas para la construcción de los **caminos de acceso al Túnel de Chacabuco, en el camino de Santiago a Los Andes**. Se presentaron nueve firmas constructoras, saliendo favorecida con el contrato la propuesta más baja presentada por el señor **Roberto Torretti P.** por la suma de \$ 37.643.625.92.

El día **30 de Octubre de 1950**, se abrieron las Propuestas Públicas llamadas para la construcción de la **Variante Portillo en el camino Internacional Los Andes a Mendoza**. Sólo se presentó un oponente, la firma constructora **Ramón Undurraga Lecaros y Cía. Ltda.** por la suma de \$ 7.730.731.—.

El día **5 de Diciembre de 1950**, se procedió a abrir las propuestas solicitadas para la construcción de un **Puente sobre el Río Aconcaagua en Ocoa, en el camino de Santiago a La Serena**. Se presentaron cuatro oponentes, saliendo favorecida la propuesta de la firma **Constructora Panamericana Ltda.** por la suma de \$ 5.205.182.

El día **12 de Diciembre de 1950**, se abrieron las Propuestas Públicas, llamadas para la construcción del **Puente sobre el Río Vertientes en el camino Longitudinal, sector Puente Maule a Bobadilla**. Se presentaron tres oponentes llevándose el contrato el señor **Octavio Echegoyen M.**, por la suma de \$ 2.991.136.22.

El día **19 de Diciembre de 1950**, se abrieron las propuestas llamadas para la construcción del **Puente Taboleo en el camino de Nacimiento a Santa Juana**. De las tres propuestas presentadas fué aceptada la más baja, presentada por el señor **Germán Farr Burchard**, por la suma de \$ 1.606.594.70.

El día **3 de Enero de 1951**, se procedió a abrir las propuestas llamadas para la construcción de un **Puente sobre el Río Illapel, en la Variante del camino Illapel a Salamanca**. Se presentó sólo una firma constructora llevándose la propuesta; **Romulo Yaconi y Cía. Ltda.**, por la suma de \$ 1.729.503.56.

El día **22 de Enero de 1951**, se abrieron las propuestas llamadas para la construcción del **Camino Longitudinal Sur, Sector Río Perquilauquén a San**

Carlos Km. 0.000 al 13.500 en la Provincia de Nuble. Se presentaron siete propuestas, siendo favorecida la del Sr. **Enrique Figueroa García Moreno**, por la suma de \$ 12.626.538.84.

El día **23 de Enero de 1951**, se procedió a abrir las propuestas solicitadas para la construcción del **Puente Limarí en la Carretera Panamericana**, se presentaron cinco propuestas saliendo favorecida la del Sr. **Domingo Tagle de la Barra**, por la suma de \$ 9.772.977.89.

El día **9 de Febrero de 1951**, se abrieron las propuestas llamadas para la construcción del **Camino Internacional, Coquimbo a San Juan, Sector Laguna al Límite**. Se presentaron cuatro contratistas saliendo favorecida la firma constructora **The Anglo Chilean Asphalt Co. Ltda.**, por la suma de \$ 25.810.770.—.

El día **2 de Marzo de 1951**, se procedió a abrir las Propuestas Públicas solicitadas para la construcción del camino de **Concón a Quintero, Km. 0.000 al 21.617**. Se presentaron siete contratistas saliendo favorecida con el contrato la firma **Squella, Larraín y Molina Ltda.**, por la suma de \$ 25.809.612.05.

El día **5 de Marzo de 1951**, se abrieron las propuestas llamadas para la construcción del camino de **Melipilla a Las Cabras. Sector Puente Maipo a Culiprán, Km. 4.750 al 8.160 y 8.760 al 9.540**. Se presentó sólo un contratista llevándose la propuesta el Sr. **Enrique Gidi y Cía.**, por la suma de \$ 2.974.048.

Normas sobre clasificación de terreno, fijación de rendimientos y costos de acarreo en estudios de presupuestos de caminos

(Estudio realizado por la Sección Control y Estadística
y enviado a las oficinas Provinciales y Secciones del
Departamento por circular Dc. 11.550 de 12 de Diciem-
bre de 1950)

TITULO I.

1.—Las distintas clases de terrenos se clasificarán en la siguiente forma:

- a).—Terreno blando,
- b).—Terreno de dureza media, y
- c).—Roca sana.

Los terrenos con bolones se deben considerar como roca sana todos aquellos que tengan un volumen superior a $2/10$ de m³. (200 litros).

2.—Los rendimientos mínimos de los trabajos efectuados a mano a cielo descubierto, deben ser los siguientes:

- a).—En terreno blando, en jornadas de 8 horas, deben considerarse 6 m³. por hombre, incluyendo el aflojamiento y un lanzamiento (bote).
- b).—En terreno duro, deben considerarse 4 m³. por hombre, incluyendo el aflojamiento y un lanzamiento.

En los casos de considerarse separadamente el aflojamiento y el lanzamiento, debe duplicarse el rendimiento.

c).—Para trabajos en roca sana, se considerará 2 m³. por hombre en trabajos a mano, incluyendo el carguío sobre el vehículo.

Los rendimientos mínimos aprobados deben entenderse para obreros que trabajan 8 horas al día y durante el tiempo comprendido en el mismo período que el estipulado para efectuar los pagos, o sea por semana, quincenal o mensual.

3.—En la confección de hormigones a mano se considerará la confección y colocación en la siguiente forma:

a).—1,5 m3. por hombre-día con transporte nó mayor de 20 mts. en horizontal.

b).—Se castigará un 20% o sea se considerará 1,2 m3. por hombre-día para construcciones de dos pisos o elevador y revestimientos de paredes de canales, u obras de arte similares.

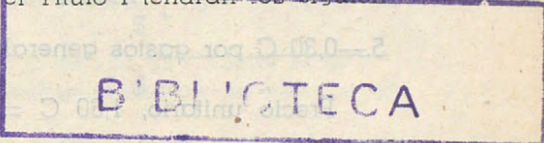
TITULO II.

Los distintos cortes de terreno fijados en el Título I tendrán los siguientes precios unitarios:

A.—Cortes en terreno blando.—

Jornal J

	J		
1.—Obra de mano por m3. = —	6		\$ _____
2.—Leyes sociales, hasta 35% de 1			\$ _____
C = costo directo = suma			\$ _____
3.—Gastos generales, herramientas, imprevistos, utilidad, 30% de C			\$ _____
Precio unitario = suma			\$ _____



B.—Cortes en roca sana.—

	J		
1.—Obra de mano por m3. = —	2		\$ _____
2.—Recargo por cachorreo y peinado de taludes, 13% de 1.—			\$ _____
3.—Recargo por piques y sus brazos 27% de 1.—			\$ _____
4.—Explosivos: Pólvora 0,750 Kg. α			\$ _____
Dinamita 0,40 cartucho α			\$ _____
Fulminante 0,15 N° α			\$ _____
Guía 0,25 mts. α			\$ _____
5.—Consumo de acero y herramientas 14% de 4.—			\$ _____
6.—Arreglo de herramientas y combustibles, 12% de 4.—			\$ _____
7.—Leyes Sociales, hasta 35% de 1			\$ _____
C = Costo directo = Suma			\$ _____
8.—Gastos generales, imprevistos, utilidad = 0,30 C			\$ _____
Precio unitario = 1,30 C suma			\$ _____

C.—Cortes en terreno de dureza media.—

	J	
1.—Obra de mano por m ³ = $\frac{J}{4}$		\$
2.—Leyes sociales, hasta 35% de 1.—		\$
3.—Pólvora, 0,40 Kg. a		\$
4.—Guía, 0,2 mts. a		\$
Costo directo, C =	suma	\$
5.—0,30 C por gastos generales, herramientas, utilidad		\$
Precio unitario, 1,30 C =	suma	\$

Observaciones.—Feriado y semana corrida nunca se pagan completos a todos los operarios, porque se van muchos antes de tener derecho a feriado y porque no tienen una asistencia continua al trabajo.

TITULO III

TRANSPORTE DE MATERIALES

A.—Costo de acarreo en carretilla.—

Distancia de transporte (medido en un sentido) d metros.

Tiempo de trabajo efectivo 80% de 8 horas 384 minutos.

Capacidad de la carretilla, cargada 65 litros.

Velocidad efectiva de trabajo 3.000 metros por hora o sea 50 metros por minuto, de modo que la distancia de transporte (ida y regreso) recorrida en un minuto es 25 metros.

Tiempo de carga y descarga de una carretilla 1.35 minutos.

Número de viajes por día N.

$$N = \frac{384}{1,35 + \frac{d}{25}} = \frac{9.600}{33,75 + d}$$

El volumen v, en metros cúbicos, transportados por día, por un hombre es $v = \frac{65 N}{1000}$ metros cúbicos.

Siendo el jornal J, se tiene que el costo directo por metro cúbico transportado es:

$$C = J : v = \frac{1000 J}{65 N} = \frac{200 J}{13 N} \text{ o sea}$$

$$C = \frac{200 J (33,75 + d)}{13 + 9.600} = \frac{J + (33,75 + d)}{624}$$

50% C por leyes sociales, herramientas, gastos generales, utilidad e imprevistos \$

Precio unitario suma \$

Observaciones.—Para deducir el costo por metro cúbico excavado que se transporta (medido en la excavación) se debe tomar en cuenta los siguientes esponjamientos:

Arena seca o grava	14%
Arena humedecida o grava húmeda	16%
Tierra fina	20%
Tierra común	25%
Arcilla o terreno arcilloso denso	33%
Roca	50%

Luego el valor de C deberá multiplicarse por 1,14 — 1,16 — 1,20 — 1,25 — 1,33 — 1,5 según el material transportado.

En el caso de tierra común se tendrá:

$$C' = 1,25 J \times \frac{(33,75 + d)}{624} \text{ \$}$$

50% C' por leyes sociales, herramientas, gastos generales, utilidad e imprevistos \$

Precio unitario suma \$

Ejemplo:

Se quiere calcular el precio del transporte en carretilla, de tierra densa arcillosa a una distancia media de 35 metros, siendo el jornal de \$ 60. El pago se hará por el volumen medido en la excavación:

$$C = \frac{60 J \times (33,75 + d)}{624}$$

Como la tierra densa arcillosa tiene 33% de esponjamiento, para tener el precio por metro cúbico medido en la excavación, el valor de C debe multiplicarse por 1,33.

$$C' = \frac{60 \times (33,75 + 35)}{624} \times 1,33 = 6,61 \times 1,33 = \$ 8,79$$

Gastos generales, herramientas, leyes sociales, utilidad, imprevistos 50% C'	= \$ 4,39
Precio unitario	= \$ 13,18 m3.

Observaciones.—En la determinación del precio unitario del transporte en carretilla se ha consultado un recargo sobre los jornales de 25% por concepto de leyes sociales y de 25% por utilidad, herramientas y gastos generales. El recargo por leyes sociales puede aumentarse en lo que éste exceda si en las bases administrativas se exige el cumplimiento de todas las leyes sociales vigentes y el contratista comprueba que las cumple.

Si el jornal J se fija en \$ 60 diarios, las fórmulas para calcular el costo de acarreo en carretilla serían:

C, Costo directo, volumen medido en la carretilla	= \$ 3,25 + 100 d
1,5 C, Precio unitario, volumen medido en la carretilla	= 4,87 + 150 d
C' = 1,25 C, Costo directo, volumen medido en el corte	= 4,06 + 125 d
1,5 C' = Precio unitario, volumen medido en el corte	= 6,09 + 187 d

La distancia d de acarreo se mide en kilómetros.

B.—Costo de acarreo en carreta.—

Capacidad de la carreta	0,750 m3.
Tiempo útil al día, 8 horas	480 minutos
Tiempo de carga y descarga, detenido por viaje	10 "
Velocidad media, 2,4 kilómetros por hora, en un minuto la carreta recorre ————— = 40 metros, o sea de ida y regreso, como se mide la distancia de transporte	20 mts/min.
Distancia de acarreo, medida en un sentido	d en Kms.
Número de viajes por día	N
Número de viajes por hora	n
Tiempo de trabajo efectivo al año, 300 días	2.400 horas
Plazo de amortización	10.000

$$N = \frac{480}{10 + \frac{d}{0,02}} = \frac{9,60}{0,20 + d}$$

$$n = \frac{N}{8} = \frac{1,20}{0,20 + d}$$

Valor de adquisición de la carreta y aperos	\$ 20.000.—
---	-------------

A C A R R E O E N C A R R E T I L L A

Distancia de acarreo en mts. d	Volumen medido en terraplén		Volumen medido en la excavación (más 25% por esponjamiento)		Número de via- jes al día N	Número de metros cúbicos por día
	Costo directo C	Precio unitario 1,50 C	Costo directo C' = 1,25 C	Precio unitario 1,50 C'		
	$\$ 3,25 + 0,1 d$	$\$ 1,5 (3,25 + 0,1 d)$	$\$ 4,06 + 0,125 d$	$\$ 1,5 (4,06 + 0,125 d)$	$N = \frac{9600}{33,75 + d}$	$65 N$
10,—	\$ 4,25	\$ 6,38	\$ 5,31	\$ 7,97	219,—	14,23 m3
20,—	5,25	7,88	6,56	9,84	178,—	11,57 "
30,—	6,25	9,38	7,81	11,72	150,—	9,75 "
40,—	7,25	10,88	9,06	13,59	130,—	8,45 "
50,—	8,25	12,38	10,31	15,47	114,—	7,41 "
60,—	9,25	13,88	11,56	17,34	102,—	6,63 "
70,—	10,25	15,38	12,81	19,22	92,—	5,98 "
80,—	11,25	16,88	14,06	21,09	84,—	5,46 "
90,—	12,25	18,38	15,31	22,97	77,—	5,00 "
100,—	13,25	19,88	16,56	24,84	71,—	4,61 "
200,—	23,25	34,88	29,06	43,59	41,—	2,66 "
300,—	33,25	49,88	41,56	62,34		
400,—	43,25	64,88	54,06	81,09		
500,—	53,25	79,88	66,56	99,84		

Nota: Capacidad de la carretilla: 65 litros.
 Velocidad efectiva de trabajo: 3.000 por hora.
 Jornal diario: \$ 60.— incluyendo el carguío y la descarga.

Gastos por hora.—

1) Intereses: 8% sobre el 62,5% de \$ 20.000.— en 2.400 horas	\$	0,42
20.000		
2) Amortización		2,00
10.000		
3) Arriendo bueyes y forraje \$ 120.— diarios.....		15,00
4) Jornal del carretero \$ 60.— diarios =		
60 x 30 x 12		
2.400		9,00
5) Leyes sociales, hasta 35% de 4)		3,15
Suma	\$	29,57

La suma de los gastos por hora es el costo directo de acarreo de 0,850 n metros cúbicos a la distancia **d** Kms., de modo que si **C** es el costo directo de acarreo de 1 m3. transportado a la distancia **d**, se tiene:

$$0.750 n C = \$ 29.57, \text{ o sea } 0.750 \times \frac{1.20 C}{0,20 + d} = 29,57$$

C = Costo directo, volumen medido en la carreta	\$	6,57 + 32,85 d
30% utilidad, herramientas e imprevistos		1,97 + 9,85 d

Precio unitario = 1,30 C (volumen medido en la carreta)	\$	8,54 + 42,70 d
29,57		

de donde $C = \frac{29,57}{0,750 \times 1,20} \times (0,20 + d) = 32,85 \times (0,20 + d)$

Precio unitario para volumen medido en la excavación.—

C = Costo Directo	\$	6,57 + 32,85 d
25% de C , por esponjamiento		1,64 + 8,21 d

1,25 C = C' = Suma	\$	8,21 + 41,06 d
30% gastos generales, utilidad, imprevistos		2,45 + 12,31 d

1,30 C' = Precio unitario, volumen medido en la excavación	\$	10,67 + 53,37 d
---	----	-----------------

Luego para los presupuestos se tiene:

Gastos fijos de acarreo m3.	10,67
Transporte m3. / kilómetro	53,37

Observación.—En el precio del transporte del material en carreta no está incluida la carga y la descarga. En el costo de rendimiento de la excavación considerada en el Título I número 2 de estas Normas se ha incluido el aflojamiento y un lanzamiento.

ACARREO EN CARRETA

Distancia de acarreo en Kms.	Volumen medido en la carreta m ³ .		Volumen medido en la excavación m ³ .		Número de via- jes por día 96 N = $\frac{96}{0,2 + d}$	Número de metros cúbicos por día 0,750 N
	C Costo directo 6,57 + 32,85 d	1,3 C Precio unitario	C' = 1,25 C Costo directo	1,3 C' Precio unitario		
0,050	8,21	10,67	10,26	13,34	38,4	28,80 m ³
0,060	8,54	11,10	10,67	13,87	36,92	27,69 "
0,070	8,87	11,53	11,08	14,40	35,56	26,67 "
0,080	9,20	11,96	11,50	14,95	34,28	25,71 "
0,090	9,53	12,39	11,91	15,48	33,10	24,83 "
0,100	9,86	12,82	12,32	16,02	32,—	24,— "
0,200	13,14	17,08	16,42	21,35	24,—	18,— "
0,300	16,43	21,36	20,53	26,69	19,20	14,40 "
0,400	19,71	25,62	24,63	32,02	16,—	12,— "
0,500	23,—	30,—	28,75	37,38	13,71	10,28 "

Nota: Capacidad de la carreta: 0,750 m³.

Velocidad media de acarreo: 2,4 Km./hora.

Valor de adquisición de la carreta y aperos: \$ 20.000.—

Jornal del carretero: \$ 60.— diarios.

No está incluido el carguío ni la descarga.

C.—Costo de acarreo en carretón.—

Capacidad del carretón	1 m ³ .
Tiempo útil al día 8 horas	480 minutos
Tiempo de carga y descarga por viaje	10 "
Velocidad media: 6kms. por hora, en un minuto el carretón 6.000 recorre $\frac{\quad}{60} = 100$ metros, o sea de ida y regreso como se mide la distancia de transporte	50 m./minuto
Distancia de acarreo medida en un sentido	d en Kms.
Número de viajes por día	N
Número de viajes por hora	n
Tiempo de trabajo efectivo en el año, 300 días	2.400 horas
Plazo de amortización	10.000 "
Valor de adquisición del carretón y aperos	\$ 25.000.—

$$N = \frac{480}{10 + \frac{d}{0,050}} = \frac{24}{0,50 + d}$$

$$n = \frac{N}{8} = \frac{3}{0,50 + d}$$

Gastos por hora:

1) Intereses: 8% sobre el 62.50% de % 25,000 en 2.400 horas	\$	0.52
2) Amortización: $\frac{25.000}{10.000}$		2.50
3) Arriendo Caballos y forraje \$ 200.— diarios		25.00
4) Jornal del carretonero \$ 60.— diarios = $\frac{60 \times 30 \times 12}{2.400}$		9.00
5) Leyes sociales hasta 35% de \$ 9.—		3.15
Suma	\$	40.17

La suma de los gastos por hora es el costo directo de acarreo de 1 n metros cúbicos a la distancia d; de modo que si C es el costo directo de acarreo de 1 m³. o transportado a la distancia d, se tiene:

$$1 \text{ n } C = \$ 40.17 \text{ o sea } \frac{3}{0,50 + d} \times C = \$ 40.17$$

$$C = \frac{40.17 \times (0.50 \times d)}{3}$$

A CARREO EN CARRETON

Distancia de acarreo en Kms. d	Volumen medido en el carretón m3.		Volumen medido en la excavación m3.		Número de viajes por día N = $\frac{24}{0.5 + d}$	Número de metros cúbicos por día 1. — N
	C Costo directo 6,691 + 13,39 d	1,3 C Precio unitario	C' = 1,25 C Costo directo	1,3 C' Precio unitario		
0,050	7,36	9,56	9,20	11,96	43,63	43,63
0,060	7,50	9,75	9,38	12,19	42,85	42,85
0,070	7,63	9,92	9,54	12,40	42,11	42,11
0,080	7,77	10,10	9,71	12,62	41,37	41,37
0,090	7,90	10,27	9,88	12,84	40,67	40,67
0,100	8,03	10,40	10,04	13,05	40,—	40,—
0,200	9,37	12,18	11,71	15,22	34,28	34,28
0,300	10,71	13,92	13,39	17,41	30,—	30,—
0,400	12,05	15,67	15,06	19,58	26,66	26,66
0,500	13,39	17,41	16,73	21,75	24,—	24,—

Nota: Capacidad del carretón: 1, — m3.

Velocidad media de acarreo: 6 Kms./hora.

Valor de adquisición carretón y aperos: \$ 25.000.

Jornal del carretonero: \$ 60.— diarios.

No está incluido el carguío ni la descarga.

Costo directo	C = \$ 6.695 + 13.39 d
30% utilidad e imprevistos	2.008 + 4.02 d
Precio unitario = 1,30 C	= \$ 8.703 + 17.41 d

Precio unitario para volumen medido en la excavación.—

Costo directo	= \$ 6.695 + 13.39 d
25% de esponjamiento	1.674 + 3.36 d
C'	\$ 8.369 + 16.75 d
30% gastos generales, utilidad e imprevistos	2.511 + 5.02 d
Precio unitario = 1,30 C'	\$ 10.880 + 21.77 d

Luego para las propuestas se tiene:

Gastos fijos de acarreo m3.	\$ 10.88
Transporte m3./Km.	21.77 d

Ejemplo.—Se quiere calcular el precio del transporte en carretón de tierra común a una distancia de 150 metros, siendo el jornal de \$ 60.— El pago se hará por el volumen medido en la excavación.

C = Costo directo	\$ 6.695 + 13.39 d
25% de esponjamiento	1.674 + 3.36 d
C'	\$ 8.369 + 16.75 d
30% gastos generales, utilidades e imprevisto	2.510 + 5.02 d
Precio unitario m3.	\$ 10.880 + 21.77 d

Luego, siendo d = 0,150 kms.

$$\text{Precio unitario} = \$ 10.880 + 21.77 \times 0,150 = 10.880 + 3.265 = \$ 14.145$$

el metro cúbico.

Observación.—En el precio unitario del transporte en carretón no está incluido el valor de la carga y descarga del material, por lo que habrá que agregar el Precio unitario del carguío y descarga si esto no se ha considerado en el resto del presupuesto.

D.—Costo de acarreo en decauville.—

Capacidad del carro	0,750 m3.
Tiempo útil de trabajo diario, (8 horas)	480 minutos
Tiempo de carga y descarga por viaje	10 "
Velocidad media: 3.000 metros por hora, en un minuto	
3000	
el carro recorre $\frac{\quad}{60} = 50$ metros o sea, de ida	
60	
y regreso, como se mide la distancia de transporte	25 m./minuto

Distancia de acarreo (medida en un sentido)	d Kms.
Número de viajes por día	N
Número de viajes por hora	n
Tiempo de trabajo efectivo en el año, 300 días	2,400 horas
Plazo de amortización	10,000 "

$$N = \frac{480}{10 + \frac{d}{0,025}} = \frac{12}{0,250 + d}$$

$$n = \frac{1}{8} N = \frac{1,5}{0,350 \times d}$$

Valor de adquisición del material \$ 70.000.—

Gastos por hora.—

1) Interés: 8% sobre el 62,5% de \$ 70.000.— en 2.400 horas	\$	1,45
2) Depreciación del material $\frac{70.000}{10.000}$		7,00
3) Arriendo de caballo y forraje, \$ 60.— diarios = $\frac{60}{8}$		7,50
4) Jornal de un hombre \$ 60.— diarios = $\frac{60 \times 30 \times 12}{2.400}$		9,00
5) Leyes sociales, hasta 35% de 4)		3,15
Suma	\$	28,10

La suma de los gastos por hora es el **costo directo** de acarreo de 0,750 n metros cúbicos a la distancia d metros; de modo que si **C es el costo directo** de acarreo de 1 m³. transportado a la distancia d, se tiene:

$$0,75 n C = \$ 28,10 \text{ o sea } \frac{0,75 \times 1,5}{0,250 + d} C = \$ 28,10 \text{ luego}$$

$$C = \frac{20,10 \times (0,250 \times d)}{0,75 \times 1,5} \quad C = \frac{37,46 \times (0,25 \times d)}{1,50}$$

$$C = \$ 6,24 + 24,97 d$$

Precio unitario para volumen medido en el carro.—

Costo directo, C =	\$	6,24 + 24,97 d
30% por gastos generales, leyes sociales, herramientas, Utilidad		1,87 + 7,49 d
Suma = 1,3 C =	\$	8,11 + 32,46 d

ACARREO EN DECAUVILLE

Distancia de acarreo en Kms.	Volumen medido en el carro m ³ .		Volumen medido en la excavación m ³ .		Número de via- jes por día 12 N = $\frac{12}{0.252 + d}$	Número de metros cúbicos por día 0.750 N
	C Costo directo C = 6.24 + 24.97 d	1.3 C Precio unitario	C' = 1.25 C Costo directo	1.3 C' Precio unitario		
0,050	7,48	9,72	9,35	12,16	40,—	30,—
0,060	7,73	10,04	9,66	12,55	38,71	29,03
0,070	7,98	10,37	9,97	12,96	37,50	28,12
0,080	8,23	10,69	10,28	13,96	36,36	27,27
0,090	8,48	11,02	10,60	13,78	35,29	26,46
0,100	8,73	11,34	10,91	14,18	34,28	25,71
0,200	11,23	14,59	14,03	18,24	26,66	19,99
0,300	13,73	17,84	17,16	22,31	21,82	16,36
0,400	16,22	21,08	20,27	26,35	18,46	13,84
0,500	18,72	24,33				

Nota: Capacidad del carro: 0,750 m³.

Velocidad media de acarreo: 3.000.— mts./hora.

Jornal: \$ 60.— diarios.

Se incluye sólo la descarga, volteo.

Precio medido en la excavación.—

Costo directo	C = \$	6.24 + 24.97 d
Más 25% de esponjamiento, tierra común		1.56 + 6.24 d
C'		= \$ 7.80 + 31.21 d
30% por gastos generales, herramientas, utilidad		2.34 + 9.36 d
Precio unitario = 1,30 C'	= \$	10.14 + 40.57 d

Observación.—En el transporte en decauville está incluido en el costo de acarreo la descarga, (volteo).

E.—Costo de acarreo en camión.—

Capacidad del camión	3 mts. cúbicos
Tiempo útil de carga diario, 8 horas	480 minutos
Tiempo de carga y descarga	27 "
Velocidad media: 30 Km. por hora, en un minuto el camión recorre 0,5 Km. o sea, de ida y regreso, como se mide la distancia de transporte 0,25 Km. por minuto.	
Distancia de acarreo (medido en un sentido)	d Km.
Número de viajes por día	N
Número de viajes por hora	n
Tiempo de trabajo efectivo en el año	2.000 horas
Plazo de amortización	8.000 "
Vida de los neumáticos	30.000 Kms.

$$N = \frac{480}{27 - \frac{d}{0,25}} = \frac{120}{6,75 + d}$$

$$n = \frac{1}{8} \quad N = \frac{15}{6,75 + d}$$

Valor de adquisición del camión con 6 neumáticos	\$	320.000.—
Valor de los neumáticos		24.000.—
Costo del camión sin neumáticos	\$	296.000.—
Valor residual del camión sin neumáticos		50.000.—
Valor por amortizar	\$	246.000.—

УСУВНО ЕИ СУВНОМ

A C A R R E O E N C A M I O N

Distancia de acarreo en Kms. d	Volumen medido en el carro m3.		Volumen medido en la excavación m3.		Número de via- je por día	Número de metros cúbicos por día m3 = 3 N	Trabajos por administración Costo directo (medido en el camión) C = 7,30 + 4,20 d
	C	1,3 C	C' = 1,25 C'	1,3 C	120		
	Costo directo 12,83 + 5,04 d	Precio unitario	Costo directo	Precio unitario	N = 6,75 + d		
0,100	13,33	17,33	16,66	21,66	17,52	52,56	7,72
0,200	13,83	17,98	17,29	22,48	17,26	51,78	8,14
0,300	14,34	18,64	17,93	23,31	17,02	51,06	8,56
0,400	14,84	19,29	18,55	24,12	16,78	50,34	8,98
0,500	15,35	19,96	19,19	24,95	16,55	49,65	9,40
0,600	15,85	20,60	19,81	25,75	16,32	48,96	9,82
0,700	16,35	21,25	20,44	26,57	16,10	48,30	10,24
0,800	16,86	21,92	21,07	27,39	15,89	47,67	10,66
0,900	17,36	22,57	21,70	28,21	15,68	47,04	11,08
1,000	17,87	23,23	22,33	29,02	15,48	46,44	11,50
2,000	22,91	29,78	28,63	37,22	13,75	41,23	15,70
3,000	27,95	36,34	34,94	45,42	12,31	36,93	19,90
4,000	37,99	42,89	41,23	53,60	11,16	33,48	24,10
5,000	38,03	49,44	47,53	61,79	10,21	30,63	28,30
6,000	43,07	55,99	53,84	69,99	9,41	28,23	32,50
7,000	48,11	62,54	60,13	78,17	8,72	26,16	36,70
8,000	53,15	69,10	66,44	86,37	8,13	24,39	40,90
9,000	58,19	75,64	72,74	94,56	7,62	22,86	45,10
10,000	63,23	82,20	79,03	102,74	7,16	21,48	49,30

Nota: Capacidad del camión: 3 m3.

Velocidad media de acarreo: 30 kms./hora,

Valor de adquisición del camión con 6 neumáticos: \$ 320.000.—

Valor de los neumáticos: \$ 24.000.

Jornal del chofer: \$ 28.800.— anuales.

Jornal de 2 pionetas: \$ 43.200.— anuales.

Incluye la descarga y el 50% del carguio.

Gastos por hora.—

1) Intereses: 8% sobre el 62,5% de \$ 246.000.— en 2.000 horas	\$	6.15
2) Amortización		30.75
246.000		
8.000		
3) Jornales: un chofer \$ 28.800 y dos pionetas \$ 43.200 72.000		
al año		36.00
2.000		
4) Leyes sociales, hasta 35% de 3)		12.60
Suma	\$	85.50
5) Neumáticos \$ $\frac{24.000}{30.000} \times 2 \text{ d. n.} =$ $\frac{1,6 \times 15 \text{ d}}{6,75 + d} =$ $\frac{24 \text{ d}}{6,75 + d}$		
6) Gasolina a \$ 7.— el litro, rendimiento 3 Kms. por litro. $7 \times \frac{2 \text{ d n}}{3} = \frac{70 \text{ d}}{6,75 + d}$		
7) Lubricantes: 8% de 6) $\frac{0,08 \times 70 \text{ d}}{6,75 + d} = \frac{5,6 \text{ d}}{6,75 + d}$		
8) Repuestos y reparaciones: $1,4 \times 2 \text{ d n} =$ $\frac{2,8 \times 15 \text{ d}}{6,75 + d} = \frac{42 \text{ d}}{6,75 + d}$		
Suma de 5) 6) 7) y 8)		141,6 d 6,75 + d

La suma de los gastos por hora es el costo directo de acarreo de 3 n mts. cúbicos a la distancia d; de modo que, si C es el costo directo de acarreo de 1 metro cúbico transportado a la distancia d, se tiene;

$$d \text{ n } C = 85,50 + \frac{141,6 \text{ d}}{6,75 + d} \text{ o sea}$$

$$\frac{3 \times 15 \times C}{6,75 + d} = 85,5 + \frac{141,6 \text{ d}}{6,75 + d} \text{ de donde}$$

$$C = \frac{85,5 (6,75 + d)}{45} + \frac{141,6 \text{ d}}{45}$$

$$C = \frac{577,71}{45} + \frac{227,10 \text{ d}}{45}$$

Luego:

$$C \text{ (costo directo de acarreo)} \dots \dots \dots = \$ 12,83 + 5,04 \text{ d}$$

$$30\% \text{ por gastos generales, herramientas, utilidad} \dots \dots \dots \quad 3,84 + 1,51 \text{ d}$$

$$\text{Precio unitario, suma} = 1,30 C \dots \dots \dots = \$ 16,67 + 6,55 \text{ d}$$

Observaciones:

a) Cuando el volumen se mide en la excavación se tomará en cuenta el esponjamiento y entonces se tiene:

$$\begin{aligned} C &= \$ 12,83 + 5,04 \text{ d} \\ \text{Más } 25\% \text{ de esponjamiento} \dots \dots \dots & \quad 3,21 + 1,26 \text{ d} \\ \hline C' &= \$ 16,04 + 6,30 \text{ d} \end{aligned}$$

En consecuencia, el precio unitario tendría por valor =

$$1,30 C' = 20,85 + 8,19 \text{ d}$$

b) Cuando se trata de presupuestos de trabajos por administración en los que el Servicio proporciona el camión, no se tomarán en cuenta las partidas 1) 2) en gastos por hora, cuando éstas se cargan a gastos generales o accesorios, entonces se tiene:

$$\begin{aligned} C &= \frac{48,6 (6,75 + d)}{45} + \frac{141,6 \text{ d}}{45} \\ &= \frac{328}{45} + \frac{190,2 \text{ d}}{45} \\ C &= \$ 7,30 + 4,20 \text{ d} \end{aligned}$$

c) Cuando en el precio unitario del transporte no se incluye la carga y la descarga del material se suprime el valor del jornal y el del gasto correspondiente a las leyes sociales de los dos pionetas y entonces se tiene:

$$\begin{aligned} C = \text{costo directo } C &= \frac{56,44 (6,75 + d)}{45} + \frac{141,6 \text{ d}}{45} \\ C &= \dots \dots \dots \$ 8,46 + 4,40 \text{ d} \\ 30\% \text{ por gastos generales, utilidad imprevistos} \dots \dots \dots & \quad 2,53 + 1,32 \text{ d} \\ \text{Precio unitario, } 1,30 C = \text{suma} \dots \dots \dots & \quad \$ 10,99 + 5,72 \text{ d} \\ C' \text{ costo directo volumen medido en la excavación} \dots \dots \dots & = 1,30 C' = 13,75 + 7,10 \text{ d} \end{aligned}$$

ACARREO EN CAMION, SIN INCLUIR EL VALOR DEL CARGUIO Y LA DESCARGA

(Se han suprimido los dos pionetas)

Distancia de acarreo en Kms. d	Volumen medido en el camión m3.		Volumen medido en la excavación m3.	
	Costo directo	Precio unitario	Costo directo	Precio unitario
	$C = 8,46 + 4,4 d$	1,30 C	$C = 1,25 C$	1,30 C'
0,100	8,90	11,57	11,13	14,47
0,200	9,34	12,14	11,68	15,18
0,300	9,78	12,71	12,23	15,90
0,400	10,22	13,28	12,78	16,61
0,500	10,66	13,85	13,33	17,33
0,600	11,10	14,43	13,88	18,04
0,700	11,54	15,—	14,43	18,76
0,800	11,98	15,57	14,98	19,47
0,900	12,42	16,15	15,52	20,18
1,000	12,86	16,72	16,08	20,90
2,000	17,26	22,44	21,58	28,05
3,000	21,66	28,16	27,07	35,19
4,000	26,06	33,88	32,58	42,35
5,000	30,46	39,60	38,08	49,50
6,000	34,86	45,32	43,58	56,65
7,000	39,26	51,04	49,08	63,80
8,000	43,66	56,76	54,58	70,95
9,000	48,06	62,48	60,08	78,10
10,000	52,46	68,20	65,58	85,25

Precio unitario del volumen medido en la excavación = $1,30 C = 13.75 + 7,10 d$

En algunos casos puede ser más conveniente suprimir los pionetas y pagar separadamente la carga y la descarga.

d) Para determinar el sistema de acarreo más conveniente para una distancia dada d de transporte es necesario agregar los precios correspondientes al carguío y a la descarga en aquellas fórmulas en que no estén incluidos; así con precios unitarios de carguío igual a \$ 3.— y de descarga igual a \$ 1.50 las fórmulas para determinar los precios unitarios de acarreo incluidos el carguío y la descarga quedan como se indican:

Acarreo en carretilla	Precio Unitario	\$ 4.87 + 150 d
Acarreo en carreta	"	13.04 + 42.70 d
Acarreo en carretón	"	13.20 + 17.41 d
Acarreo en decauville	"	11.10 + 32.46 d
Acarreo en camión con 2 pionetas. Precio Unitario		18.10 + 6.55 d
Acarreo en camión sin pionetas, Precio Unitario		15.50 + 5.72 d

Se facilita la elección construyendo un gráfico en el que las absisas representen la distancia d expresada, en kilómetros y las ordenadas los precios unitarios expresados en pesos. El gráfico adjunto corresponde a estas fórmulas, en él las absisas tienen una escala de 1 m/m. por cada 5 mts. (1:5000) y las ordenadas 5 m/m. por \$ 1.— y en él se vé que los acarreos más económicos son:

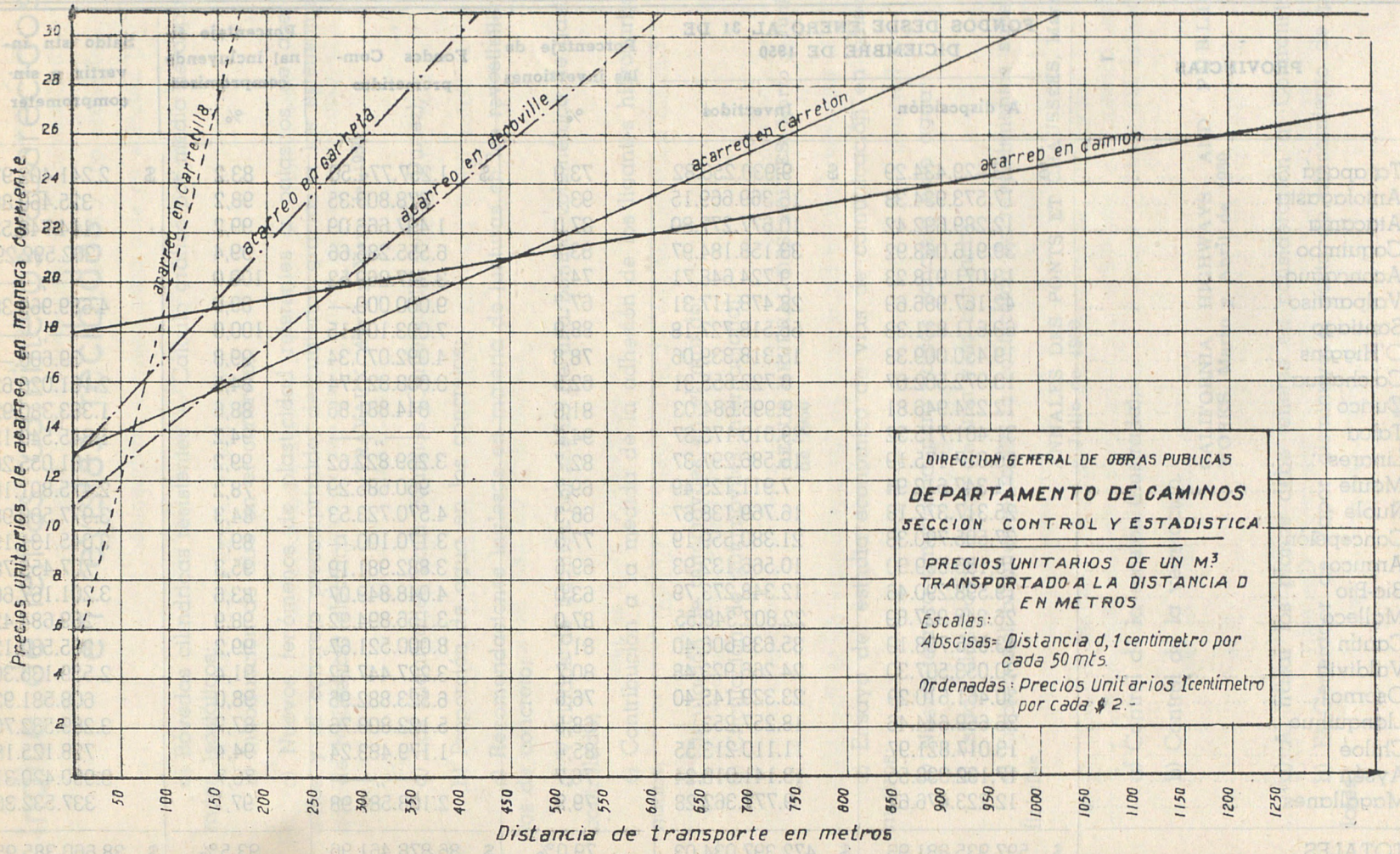
- En carretilla, para distancia entre 0 y 60 metros.
- En decauville, para distancia entre 60 y 150 metros.
- En carretón, para distancia entre 150 y 450 metros.
- En camión, para distancia d mayores de 450 metros.

e) Los valores aplicados en las fórmulas para el cálculo de los costos de acarreo pueden variar según sea la zona donde se hagan los transportes, por lo que deben determinarse y aplicarse los valores que correspondan.

f) El mayor gasto que origina el pago de la semana corrida está tomado en cuenta en el cálculo de la partida correspondiente a jornales; así, por ejemplo, las partidas 4) de los gastos por hora en los acarreos en carreta, en carretón o en decauville y la partida 3 en los acarreos en camión se calculan dividiendo el jornal total que correspondería ganar a los obreros en 360 días por el tiempo de trabajo efectivo en el año; en el acarreo en carretilla el jornal se recarga en 20%, así para un jornal de \$ 50.— diarios se tomará:

$$J = 1,20 \times 50, — = \$ 60, —$$

CUADRO DE AVANCE DE LOS FONDOS PARA CAMINOS Y PUENTES PUESTOS A DISPOSICION DE LOS INGENIEROS DE PROVINCIAS HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1950 CON INDICACION DE LAS INVERSIONES REALIZADAS Y LOS COMPROMISOS PENDIENTES HASTA ESA MISMA FECHA



DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
DEPARTAMENTO DE CAMINOS
 SECCION CONTROL Y ESTADISTICA

PRECIOS UNITARIOS DE UN M³
 TRANSPORTADO A LA DISTANCIA D
 EN METROS

Escala:
 Abscisas: Distancia d, 1 centimetro por cada 50 mts.
 Ordenadas: Precios Unitarios 1 centimetro por cada \$ 2.-

CUADRO DE AVANCE DE LOS FONDOS PARA CAMINOS Y PUENTES PUESTOS A DISPOSICION DE LOS INGENIEROS DE PROVINCIAS HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1950, CON INDICACION DE LAS INVERSIONES REALIZADAS Y LOS COMPROMISOS PENDIENTES HASTA ESA MISMA FECHA

PROVINCIAS	FONDOS DESDE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DE 1950		Porcentaje de las inversiones %	Fondos Com-prometidos	Porcentaje final incluyendo compromisos %	Saldo sin invertir y sin comprometer
	A disposición	Invertidos				
Tarapacá	\$ 13.429.434.29	\$ 9.930.256.82	73,9	\$ 1.257.774.50	83,2	\$ 2.241.402.97
Antofagasta	17.573.934.38	16.369.669.15	93,1	878.803.35	98,2	325.460.88
Atacama	12.289.692.42	10.677.277.80	87,0	1.497.666.09	99,2	114.748.53
Coquimbo	39.916.063.92	33.158.184.97	83,1	6.555.286.66	99,4	202.592.29
Aconcagua	13.071.918.23	9.724.648.71	74,5	3.347.269.52	100,0	—
Valparaíso	42.167.986.69	28.478.117.31	67,7	9.000.000.—	89,0	4.689.969.38
Santiago	63.611.831.33	56.518.727.18	88,9	7.093.104.15	100,0	—
O'Higgins	19.450.009.38	15.318.339.06	78,8	4.092.070.34	99,8	39.600.—
Colchagua	13.972.502.67	8.722.655.31	62,5	3.088.820.74	84,5	2.161.026.62
Curicó	12.224.946.81	9.996.684.03	81,6	844.881.86	88,6	1.383.380.92
Talca	31.461.715.52	29.616.175.37	94,2	—	94,2	1.845.540.15
Lingres	20.017.175.19	16.586.297.37	82,7	3.269.822.62	99,2	161.055.20
Maule	11.347.612.94	7.911.125.49	69,7	960.686.29	78,2	2.475.801.16
Ñuble	25.317.372.18	16.769.138.67	66,3	4.570.723.53	84,3	3.977.509.98
Concepción	27.595.790.38	21.380.559.19	77,5	3.170.100.—	89,1	3.045.131.19
Arauco	15.156.569.90	10.566.132.93	69,6	3.882.981.19	95,3	707.455.78
Bío-Bío	19.598.290.46	12.348.273.79	63,0	4.048.849.07	83,6	3.201.167.60
Malleco	26.248.927.89	22.802.348.55	87,0	3.156.894.92	98,9	289.684.42
Cautín	43.925.708.19	35.639.606.40	81,1	8.000.521.67	99,2	285.580.12
Valdivia	30.053.507.30	24.266.923.48	80,7	3.227.447.52	91,4	2.559.136.30
Oscorno	30.461.610.29	23.329.145.40	76,6	6.523.882.96	98,0	608.581.93
Llanquihue	26.669.644.46	18.257.253.—	68,5	5.122.808.76	87,7	3.289.582.70
Chiloé	13.017.821.97	11.110.213.55	85,4	1.179.483.24	94,4	728.125.18
Aysén	17.132.338.55	13.141.918.24	76,7	—	76,7	3.990.420.31
Magallanes	12.223.476.62	9.777.362.28	79,9	2.108.581.98	97,1	337.532.36
TOTALES	\$ 597.935.881.96	\$ 472.397.034.03	79,0%	\$ 86.878.461.96	93,5%	\$ 38.660.385.95

Indice de temas camineros aparecidos en revistas recibidas

a) Bóvedas cilíndricas resistentes — Cálculo gráfico por medio de depurados isostáticos;

b) Introducción de aire en el concreto;

c) Nuevos fenómenos de plasticidad referentes a palastros de acero dulce y al concreto precomprimido, descubiertos gracias a los estensómetros de resistencia eléctrica.

TRAVAUX, Abril y Mayo de 1950.

a) Los alquitranes para caminos (Conferencia del Sr. Duriez);

b) Proporción de agua en los concretos;

c) Recomendaciones inglesas en materia de juntas en los revestimientos de concreto;

d) Vacados de ligantes por medio de una bomba volumétrica de gasto controlado;

e) Contribución a la medida de la adhesión de los ligantes hidrocarbonados;

f) Circulación de automóviles en el mundo;

g) Circulación de automóviles internacional.

REVUE GENERAL DES ROUTES, Marzo y Junio de 1950.

a) Ensayo del estudio económico de vías de comunicación en países nuevos;

b) Nueva técnica americana para vaciar concreto bajo agua;

c) Estado elástico de apoyo de una viga continua;

d) Empleo del bitumen puro en la confección de revestimientos superficiales.

ANNALES DES PONTS ET CHAUSSÉES, Marzo y Julio de 1950.

a) Control de la erosión (Ilustrada);

b) Control de la vegetación.

CALIFORNIA HIGHWAYS AND PUBLIC WORKS, Marzo y Abril de 1950.

a) Al trazar los planos debe tenerse en consideración al Contratista;

b) El Generador de Vapor disminuye el costo de hincamiento de pilotes;

- c) Cuidado y conservación de los motores Diesel;
- d) Construcción y Conservación de Carreteras;
- e) Bases con Cloruro de Calcio;
- f) Mezclas en sitio para bases y pavimentos;
- g) Hormigón prefatigado por el sistema americano.

INGENIERIA INTERNACIONAL, Mayo y Junio de 1950.

- a) Resistencia del concreto a esfuerzos combinados;
- b) Conclusiones del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería.

ENGENHARIA, Julio de 1950.

- a) Dos centros de investigación en los Estados Unidos;
- b) Datos útiles para los ingenieros encargados de la construcción de caminos.

CAMINOS Y CALLES, Noviembre de 1950.

El cálculo de losas y análisis cualitativo.

LA INGENIERIA, Abril de 1950.

Estudio sobre el bombeo en la Carretera a Colonia.

REVISTA DE INGENIERIA, Julio de 1950.

- a) Los trabajadores del camino tienen ahora alojamiento digno y decoroso;
- b) La estabilización bituminosa en los pavimentos de la República Argentina;
- c) Reparaciones en los pavimentos sin armar.

CAMINOS, Marzo y Abril de 1950.

- a) Una mecánica de suelo y sus aplicaciones (continuación);
- b) Una mecánica de suelo y sus aplicaciones (continuación);
- c) Distribución de las armaduras en vigas de concreto armado, de sección constante y sometidas a cargas uniformemente distribuidas y a momentos M_e y M_d , a izquierda y derecha, respectivamente.

TECNICA, Abril y Mayo de 1950.

a) "Viejo que no fui bastante claro";

- b) Normas de adquisición de explosivos en DNER, contribución de la Sección de Química y Betúmenes del Laboratorio Central.

RODOVIA, Febrero de 1950.

Creando y conservando el interés de la seguridad en el trabajo.

INGENIERIA CIVIL, Cuba, Agosto de 1950.

- a) Regulación de accesos a Calles y Carreteras;
- b) Importancia del conocimiento del Subsuelo en las Construcciones viales;
- c) Breve reseña del Desarrollo de la Elaboración del Asfalto;
- d) La Vida del Ingeniero Vial.

SOCIEDAD CUBANA DE INGENIEROS, Julio de 1950.

- a) El Hormigón Armado traslucido;
- b) Motoniveladoras modernas.

BOLETIN ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS, Abril, Mayo y Junio de 1950.

- a) Los cursos de perfeccionamiento de Ingeniería caminera en el Politécnico de Milán para el año académico 1950 y 1951;
- b) Selección del tipo de pavimentación caminera con relación al tráfico;
- c) Los agregados y la propiedad mecánica de los betúmenes.

LE STRADALE, Abril, Noviembre y Diciembre.

Prensa Técnica

Construcción de puentes metálicos.

Publicación: Lossature Metallique; Enero de 1949.

Hace el autor un estudio comparativo del actual Reglamento para la construcción de puentes metálicos y del primero publicado, analizando mediante ensayos, las condiciones que debía reunir el material en los primeros puentes. Expone la evolución de los métodos de cálculo y la de formas dadas a los puentes metálicos.

Efecto de la hincada de pilotes sobre la arcilla blanda.

Publicación: Proceeding Asce; Diciembre de 1948.

Se describen los resultados de ensayos sobre el terreno y en laboratorio, para determinar la extensión de la zona de perturbación producida por la hincada de pilotes en arcillas blandas.

Nuevas fórmulas para determinar las cargas de los firmes de las pistas de los aeropuertos.

Publicación: Revista de Obras Públicas; Abril de 1949.

Se dan fórmulas para determinar los esfuerzos y deformaciones causadas por cargas producidas por fuerzas que se transmiten como presiones a través de la huella oblonga de los neumáticos de los aparatos de aterrizaje. Se consideran tres posiciones de estas fuerzas.

Métodos adecuados para mejorar la resistencia, la duración y la resistencia al desgaste del hormigón.

Publicación: Bulletin de L'as-Soc. Intern. Du Congress des Chemins de Fer; Agosto de 1948.

Propone el autor que, en lo sucesivo, se encarguen los laboratorios, con su personal especializado, de la ejecución de las obras de hormigón, para que éstas sean duraderas. Expone las cualidades que deben reunir el cemento, el árido y la arena, aconsejando un mayor cuidado en la puesta en obra.

Lo que no debe hacer el inspector de trabajos de inyección de cemento.

Publicación: Revista de Obras Públicas de Junio de 1949.

Indica el autor en una serie de apartados, lo que debe dejar de hacer todo inspector de trabajos de inyección de cemento, para que éstos salgan lo mejor posible.

Flechas de las vigas de madera, compuestas debidas a la variación del contenido de humedad.

Publicación: Proceedings Asce; Abril de 1949.

Como resultado del análisis de la cuestión llevada a cabo, se llega a la conclusión de que, debido a la mezclada tendencia que tienen a deformarse este tipo de vigas como consecuencia de las variaciones del contenido de humedad, su empleo requiere precauciones especiales que mantengan constante dicho contenido o hagan que la deformación no sea inadmisible.

El cálculo de las tablastacas.

Publicación: Annales des Travaux Publics de Belgique; Octubre de 1948.

Se expone un método de cálculo tan sencillo y expeditivo como el de Krey-Magnel, pero partiendo de algunas hipótesis distintas de las admitidas por éstos, como es la de suponer conocida a priori una ley de presiones de la tierra sobre las tablastacas, la cual se determina.

Cálculo de vigas que se apoyan en el suelo.

Publicación: Annales des Travaux Publics de Belgique; Agosto de 1948.

Continúa el extenso estudio dedicado al tema, iniciado en números anteriores. Trata del caso de viga solicitada por una carga centrada y apoyada sobre un suelo con módulo de elasticidad constante. Hace aplicación numérica a un caso determinado.

Adición de cemento portland a suelos plásticos.

Publicación: La Ingeniería; Marzo de 1948.

El alto contenido de arcilla de algunos suelos los hace inaceptables como material apto para la construcción de caminos, por la gran capacidad de absorción de agua y cambio de volumen de ello derivados. La adición de cemento, además de conferir cierta rigidez, produce, aun añadiendo pequeñas cantidades de cemento, la floculación de los finos.

Granulometría continua o discontinua de los hormigones.

Publicación: Revista de Obras Públicas; Junio de 1949.

La granulometría discontinua, bien estudiada, permite realizar hormigones ligeramente más resistentes que los de una granulación continua determinada de una vez para siempre. Sin embargo, estas últimas son más ventajosas, desde el punto de vista de la manejabilidad, facilidad de puesta en obra, procedimiento de apisonado, impermeabilidad y resistencia a las heladas del hormigón.

Inestabilidad dinámica de los puentes colgantes de entramado rígido ante la acción del viento.

Publicación: Proceeding Asce; Octubre 1948.

La trágica destrucción del puente de Tacoma, en 1940, ha atraído la atención de los técnicos hacia este problema, que sólo últimamente ha sido reconocido como de vital importancia. Hasta ahora ha sido corriente considerar como estática la acción del viento. Es de fundamental interés estudiar las oscilaciones producidas de modo dinámico.

La corrosión de los hormigones y la teoría de la expansión.

Publicado: Annales des Travaux Publics de Belgique; Agosto de 1948.

Estudia desde el punto de vista químico, la corrosión de los hormigones, fenómeno mucho más complejo que el de la corrosión de los materiales metálicos, ya que en él influyen un número mucho mayor de variables, tales como la naturaleza del cemento, el grado de coadura, la velocidad de enfriamiento del clinker, la finura del molido, el grado de hidratación, el de carbonización eventual, más todos los factores de la mezcla del hormigón.

La carretera de Montaña.

Publicación: Revista de Obras Públicas; Marzo-Abril de 1948.

Breve descripción de las carreteras de montaña, estudiándose la anchura de las mismas, la pavimentación más adecuada para las diferentes alturas, los peraltes admitidos, los acuerdos de curvas más convenientes y las características de las revueltas de Montaña.

La seguridad de la carretera.

Publicación: Publics Roads; Marzo de 1949.

El autor defiende brillantemente la tesis de que la red carretera debe ser reacondicionada de modo que aumente la seguridad. Aunque una carretera peligrosa cueste inicialmente menos que otra más segura, si se tienen en cuenta los gastos de explotación, el tiempo perdido y el costo de accidentes, la mayoría de las veces la segunda será más barata que la primera.

Estudio experimental de la fuerza de sustentación de un pilote hincado.

Publicación: Revista de Obras Públicas; Mayo de 1949.

Exposición detallada de un estudio experimental de la fuerza de sustentación de un pilote hincado, llevado a cabo en la Central Térmica de Gennevilliers (Suiza). Se describe el subsuelo y el dispositivo de ensayos, calculándose los esfuerzos en el pilote, la resistencia de la punta, el rozamiento lateral y la hincada del fuste. Finaliza el artículo con el cálculo de los pilotes.

CAMINOS Y PUENTES DE CHILE

RESUMEN AL 30 DE JUNIO DE 1950

CLASIFICACION DEL KILOMETRAJE DE LOS CAMINOS		CLASIFICACION DEL METRAJE DE LOS PUENTES CARRETEROS		
Naturaleza del pavimento	Kilómetros	Naturaleza del material de construcción	Número	Metros
1.—Caminos con pavimento superior.	1.561,3	1.—Hormigón.....	508	23.867,4
2.—Caminos de grava, macadam, arena y arcilla.....	15.451,0	2.—Madera.....	1.244	25.933,5
3.—Caminos de tierra:		3.—Hormigón y madera.	413	11.336,5
a) Carreteros.....	26.520,0	4.— Mixto (hormigón y fierro, fierro y madera, etc.).....	527	20.382,3
b) Troperos.....	8.302,3			
SUMA	51.834,5	SUMAS	2.692	81.519,7

BIBLIOTECA

REPUBLICA DE CHILE
 SECTORES DEL SISTEMA
 PANAMERICANO
 DE CARRETERAS
 1951

