

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

BITULITHIC (1)

POR

GUY BOSCHKE

Resumen histórico.

En un estudio de los diferentes tipos de pavimentación, actualmente en uso en el mundo, puede ser interesante indicar la marcha del progreso en este ramo, el más importante de las obras públicas, porque ninguna ciudad ni ningún país puede ser considerado como moderno, si no ha alcanzado el más alto grado de perfeccionamiento en la construcción del pavimento de sus calles ó vías principales.

Este hecho fué reconocido por los romanos, que hicieron espléndidos caminos, y no ahorraron tiempo ni trabajo para facilitar los medios de transporte.

Desde ese entonces, el pavimento moderno ha sido perfeccionado, y actualmente, debido á la invención de nuevas maquinarias y al descubrimiento de materiales apropiados, podemos construir, á costo reducido, pavimentos superiores á los que conocieron los romanos, y las civilizaciones que nos precedieron de más de treinta y cinco años.

Los romanos construyeron sus caminos colocando piedras grandes sobre un subsuelo preparado; sobre éstas ponían piedras más pequeñas y rellenaban los vacíos con tierra ú otro material apropiado; sobre esta base colocaban grandes piedras planas, cortadas de tal manera que presentaban al tráfico una superficie más ó menos plana.

Un primer perfeccionamiento en la construcción de calles, fué el sistema macadán en Inglaterra. Este sistema mejoró el camino romano, escogiendo piedras apropiadas, cortándolas en pedazos chicos y colocándolas sobre un subsuelo preparado. Estos pedazos eran colocados á mano y los vacíos rellenados, de manera que el camino presentaba una superficie plana y uniforme. Este método de construcción era limitado, á causa del gran gasto que exigía la mano de obra, pues era necesario quebrar todas las piedras y la colocación también debía hacerse á mano.

Con la invención de la apisonadora de vapor en Francia y de la machacadora en los Estados Unidos, la construcción de pavimentos fué mejorada notablemente, y los caminos del sistema macadán fueron considerados como los mejores para el tráfico moderado.

En las ciudades, los adoquines hechos de piedra «Belgiana blocks», como se les llama comúnmente, reemplazaban el macadán, porque este último se destruía rápidamente con un tráfico intenso y pesado. Exigía, por consiguiente, muchas reparaciones. Estos bloques fueron colocados, primeramente, sobre un subsuelo preparado, en algunos casos, sobre base de macadán; más tarde, con el uso del cemento moderno, la base se hizo de hormigón para dar un asiento mejor al pavimento, porque los adoquines puestos directamente sobre el subsuelo se hundían á causa del tráfico, como también de las aguas.

El pavimento de adoquín ha dado excelentes resultados en el mundo entero, y bajo ciertas condiciones de tráfico, todavía no se ha encontrado otro pavimento que lo supere. Es casi seguro que este pavimento continuará siendo empleado en todas las ciudades para las calles que deben soportar un tráfico muy intenso y pesado, como son las calles cerca de las estaciones de carga de los ferrocarriles, las cerca de los muelles, las de los barrios industriales de las grandes ciudades, y especialmente aquéllas en que se descargan bultos pesados, ya sea para almacenarlos ó cargarlos sobre vehículos. En estos casos, el pavimento de adoquín bien colocado sobre una buena base de hormigón, vale más que todos los otros pavimentos conocidos.

Con el descubrimiento de los depósitos bituminosos, en varias partes del mundo, se hicieron experimentos para emplear este material como reemplazante del macadán, en las calles de residencias particulares, y en aquellas donde el tráfico no era bastante intenso para justificar el pavimento de adoquín, que es más costoso y ruidoso.

Este material bituminoso fué mezclado con arena y varios otros materiales, á fin de determinar cuál de ellas resistía mejor el tráfico, y muchos años después de la primera introducción del nuevo material de pavimentación, todavía no se había hecho un estudio científico de la cuestión; los pavimentos estaban hechos según una infinidad de métodos que dependían ordinariamente de la opinión del Ingeniero ó del contratista encargado del trabajo.

Como este nuevo material daba, según los casos, un resultado más ó menos bueno, se inició un estudio para su mejor empleo; se elaboraron especificaciones que, en el caso de ser cumplidas por los contratistas, aseguraban una mejor conservación del pavimento, de tal manera que en pocos años este pavimento se empleó comúnmente. En la actualidad, este tipo goza de gran favor, debido á los métodos perfeccionados del refinamiento del betún asfáltico.

Aunque el pavimento de asfalto sea un gran adelanto sobre el

(1) De los *Actas del Instituto de Ingenieros de Chile*.

macadán y sobre el adoquín, en los distritos que permitan su uso no cumple, sin embargo, con todos los requisitos que hay que considerar, los cuales son:

- 1.º Duración.
- 2.º Fácil aseo.
- 3.º Falta de ruido.
- 4.º No ser resbaladizo.
- 5.º Ser de reparación fácil; y
- 6.º Costo.

Considerando primeramente la duración del asfalto en láminas, no se pueden dar datos suficientes sobre la de este pavimento, puesto que en algunos países se ha obtenido mejor resultado que en otros. Además, en las obras donde se ha empleado asfalto casi puro y bien refinado y arena de buena calidad, se ha obtenido los mejores resultados, y numerosas calles asfaltadas han durado muchos años, lo que dependía del material, de la mano de obra y del tráfico.

Respecto á la limpieza, el asfalto es superior á cualquier otro pavimento, puesto que es fácil lavarlo y remover así todos los cuerpos extraños.

En cuanto al ruido, este pavimento hace el minimum de ruido que puede hacer un pavimento con superficie dura.

El gran inconveniente de este pavimento consiste en que es muy resbaladizo, especialmente cuando está mojado, y todavía no se ha podido descubrir un artificio para suprimir ese defecto.

Para reparar este pavimento no hay dificultad ninguna, y cuando el trabajo es bien hecho, la reparación no se nota.

Su costo, en fin, puede compararse ventajosamente con el de cualquier otro tipo.

En un estudio de los pavimentos modernos, hay que considerar también el uso del hormigón de cemento, que ha sido empleado en muchos casos; pero siempre se tuvo como resultado la desagregación rápida de la superficie. Este pavimento, además, ha demostrado no ser apto para soportar tráfico pesado.

Pavimentos con bloques de madera han sido empleados con diferentes grados de éxito, pero á causa de la contracción en tiempo seco, de la hinchazón en tiempo lluvioso, de la tendencia á pudrirse, de ser resbaladizo y de la dificultad de reparación, este pavimento no puede ser considerado como ideal.

Muchas ciudades han empleado pavimentos hechos con ladrillos, pero estos ladrillos son inferiores á los adoquines corrientes y su costo es superior, por lo cual no se emplean cuando hay posibilidad de emplear adoquines de buena calidad.

BITULITHIC.—Hace más ó menos treinta años, Mr. Frederick J. Warren, que en ese entonces se dedicaba á la pavimentación, principió una serie de experimentos con el fin de perfeccionar los pavimentos de asfalto en uso en ese tiempo.

Su idea era de eliminar los defectos del asfalto en láminas, y para encontrar un pavimento de más estabilidad hizo mezclas de muchos materiales diferentes; sin embargo, los ensayos no tuvieron valor alguno, hasta que Mr. Warren estableció como principio que, para obtener los mejores resultados, un pavimento debía tener una estabilidad inherente, y que esta cualidad podía solamente obtenerse proporcionando los materiales que lo componen de tal manera que no haya ningún hueco entre ellos; además, la superficie del pavimento expuesto al tráfico debe ser de tal naturaleza que ofrezca una gran resistencia al desgaste.

Estas experiencias probaron que la buena piedra dura, no higrométrica, y que no se desagrega al aire, era, como en el caso del adoquín, el mejor material conocido, y entonces hubo que determinar cómo esta piedra podía ser ligada y sostenida á fin de trabajar como una superficie de roca sólida sin el ruido de los adoquines, y ser, además, más fácil de limpiar y reparar.

Después de muchos experimentos, se pudo demostrar que graduando el material empleado desde las más grandes hasta las más pequeñas partes, se obtenía un cuerpo muy denso, y como los huecos eran prácticamente suprimidos, el pavimento, una vez en uso, no podría moverse, desligarse ó bombearse. No faltaba más, entonces, que encontrar un material de ligadura para la mezcla, material que debía tener elasticidad, adhesión y cohesión bajo todas las condiciones climatológicas.

Este producto, además, no podía desagregarse por el empleo de agua sobre el pavimento, y debía poder adaptarse á las exigencias de cualquier clima, porque en regiones muy frías un material muy duro se destruye por el hielo, mientras que en regiones muy cálidas se ablanda en los meses de verano, y guarda las impresiones de ruedas y herraduras; puede también levantar se, y, además, quebrarse ó ser destruido.

Muchas materias fueron empleadas y seleccionadas para satisfacer esta condición, y las experiencias probaron que la única sustancia actualmente conocida que fuese bastante barata y resistente para el objeto, era el asfalto, ya sea proveniente del asfalto natural, ó de petróleo con base bituminosa.

Los asfaltos á base de parafina están impregnados de una cáscara fina que no puede ser eliminada, y que suprime la ductilidad y cohesión necesarias.

Este conjunto de roca, arena, roca pulverizada y asfalto, mezclado en justas proporciones, demostró tener una densidad más ó menos igual á la de la roca y de la arena con que era hecho, y el pavimento fué entonces preparado y colocado. El primer ensayo fué ejecutado en la ciudad de Newark, Estados Unidos, en el año 1901, y se hicieron observaciones muy precisas para determinar su valor como pavimento.

Al mismo tiempo, muchos Ingenieros se interesaron en hacer experimentos similares á los de Mr. Warren, y los resultados fueron anotados cuidadosamente; pero como el pavimento Bitulithic demostró poseer la mayor parte de las cualidades necesarias, se ejecutó de preferencia, y mientras tanto, se hicieron modificaciones en las mezclas para adaptarlas á las exigencias del clima y del tráfico.

Como la roca compone el 65 por 100 de la superficie del pavimento Bitulithic expuesta al tráfico, el desgaste fué encontrado muy pequeño, y cuando la mezcla era uniforme no se produjeron huecos ó depresiones como ocurre con los adoquines, porque es imposible encontrar elementos que tengan exactamente la misma dureza.

Se ve que de esta manera el pavimento Bitulithic cumple con el requisito núm. 1.

Cumple también con la condición 2.ª, puesto que presenta una superficie bien unida parecida á la del asfalto en láminas, lo que permite lavarla sin introducir cuerpos extraños en las juntas, como ocurre con los adoquines, entarugado, ladrillos ú otros pavimentos similares.

En cuanto al requisito 3.º, este pavimento no es más ruidoso que el asfalto, y supera en mucho al adoquín, al ladrillo y al hormigón.

4.º Este pavimento no es resbaladizo en ningún tiempo, porque el 65 por 100 de roca superficial impide este importante defecto.

5.º Por la facilidad de reparación, este pavimento puede compararse con cualquier otro, porque una reparación bien ejecutada no se puede notar después de poco tiempo.

En cuanto á la condición 6.ª, ó sea el costo de este pavimento, no es tan caro como el de adoquines, entarugado ú otros de este tipo, y no llega á ser más costoso que el asfalto de primera clase.

Este pavimento ha sido patentado en muchos países, pero no en Chile, y ha sido siempre ejecutado bajo la vigilancia de la Compañía Warren Brothers; este detalle tiene sin duda gran importancia, porque el buen nombre de este pavimento ha sido una gran ventaja para esta Compañía, y el único modo que tiene para mantener su reputación es de tener ella misma el control de la preparación de la mezcla y de la ejecución del pavimento.

En cualquier parte que se ejecute este pavimento, la Sociedad Warren Brothers manda un técnico experto, quien ha practicado la materia, para vigilar los métodos de trabajo. Este Inspector no es pagado por la ciudad contratante, como tampoco por el contratista, y tiene el poder de parar el trabajo ó de obligar al contratista ó la ciudad á ejecutar el trabajo en debida forma, eliminando de tal manera toda probabilidad de mala ejecución. Para este servicio de inspección, y para el uso de los grandes laboratorios, la Casa Warren Brothers recarga en una pequeña cantidad el precio por metro cuadrado, y en vista de la garantía que este sistema proporciona, tanto á la ciudad como al contratista, es sin duda dinero bien empleado, porque la ciudad obtendrá seguramente un trabajo que vale lo que por él se paga, y por otra parte, el contratista no se verá en la obligación de reemplazar una parte del pavimento ejecutado.

Este sistema ha sido tan bien aceptado en los Estados Unidos, Canadá y otros países y los resultados obtenidos siempre han sido tan favorables, que este tipo de pavimento es adoptado actualmente por muchas ciudades, y millones de metros cuadrados de pavimento nuevo son contratados anualmente.

La convicción en los Estados Unidos, es que la mayor garantía que puede tener una ciudad en la ejecución de sus obras públicas, y especialmente en la pavimentación, consiste en la ciencia, la competencia y la responsabilidad financiera del contratista, lo cual vale más que un certificado de garantía presentada con dicho objeto, porque en el caso de trabajos mal hechos, el único recurso que tiene la ciudad es el de embargar la garantía y ejercer una acción judicial, lo que hasta la fecha no ha mejorado el mal trabajo de pavimentación.

MÉTODOS DE WARREN BROTHERS C.^o—Cuando una ciudad ó un Estado ha decidido mejorar sus calles ó caminos, esta Sociedad manda á un experto al lugar donde el trabajo tiene que ser ejecutado, y una investigación prolija es hecha sobre condiciones de tráfico, condiciones climatológicas, incluyendo la temperatura de todas las épocas del año, cantidad de lluvia anual, condiciones del subsuelo, trabajos ejecutados bajo el pavimento, pendientes, vías férreas y todas las otras condiciones que puedan interesar la seguridad del trabajo.

Muestras de piedras se escogen en todas las canteras importantes, arena y polvo de piedra se toman de todos los lugares donde se encuentran dichos materiales; estas materias se mandan al laboratorio de Boston, donde están sometidas á varias experiencias para determinar su calidad y valor como material de pavimentación.

Después de hechas estas experiencias, si los materiales han sido encontrados aptos para el trabajo, un Inspector de la Compañía Warren Brothers es mandado á la ciudad que desea ejecutar la obra y este técnico tiene autoridad para dirigir los métodos de trabajo.

Quando el contratista haya instalado su maquinaria, la cual debe ser de calidad apropiada, el Inspector da al contratista instrucciones sobre la cantidad exacta de cada tamaño de piedra, arena, polvo de piedra y asfalto, que debe entrar en la composición de la mezcla.

Esta mezcla es determinada por medio de un cono truncado, cuyo volumen se conoce exactamente, y, el peso específico del

material, habiendo sido determinado en el laboratorio de Boston, el Inspector puede por tanto determinar las proporciones para que en el pavimento ejecutado no quede ningún hueco.

Por medio de una máquina centrífuga y bisulfito de carbono, una muestra de esta mezcla se toma cada día y se separa del asfalto; esta muestra se pesa con mucho cuidado y se pasa por un juego de cedazos.

Se toma nota cada día del resultado de las experiencias relativas á las calles pavimentadas. Estas experiencias diarias impiden que haya mezclas defectuosas ó que el pavimento se ejecute en malas condiciones.

La piedra, arena, polvo de piedra, se calientan á 135 centígrados (275 Fahrenheit), en una máquina apropiada. Cuando el material ha sido bastante mezclado y calentado, se pasa á otro mezclador donde se agrega el cemento Bitulithic (1); después de efectuada la mezcla del cemento con la piedra, la arena y el polvo de piedra, se descarga el material sobre carros apropiados y se le conduce á la calle donde debe ser extendido. La mezcla se extiende por medio de palas y rastrillos hasta tener un espesor uniforme de dos pulgadas (51 milímetros); después se pasa por encima un rodillo que pesa á lo menos 10 toneladas, para que la compresión pueda hacerse antes que se enfríe el material; una vez esta compresión bien efectuada, se extiende sobre el pavimento una capa delgada de cemento Bitulithic caliente. Esta capa sirve para llenar todos los pequeños huecos de la superficie y también para proteger el pavimento contra el agua; sobre dicha capa se extiende piedra machacada muy fina, calentada previamente, hasta alcanzar un espesor de 5 milímetros.

El rodillo á vapor pasa en seguida sobre esta capa final y comprime las piedras finas en la capa de cemento Bitulithic, formando de tal manera una superficie impermeable y bastante áspera para que no resbalen los caballos ni los automóviles.

El pavimento está listo para el tráfico una vez que se haya enfriado, ó sea, más ó menos doce horas después de su ejecución.

Después de algunas semanas de uso, el pavimento se limpia del excedente de piedrecillas y presenta entonces una apariencia bien plana.

El cemento Bitulithic se prepara con betún asfáltico natural ó con petróleo que tiene una base de betún asfáltico. En el refinamiento se toman muchas precauciones para que el cemento no contenga menos de 99,4 por 100 de betún asfáltico puro y que pueda soportar las pruebas exigidas para la ductibilidad, elasticidad y resistencia de cohesión, como también para que el carbono fijo no sea mayor de 14 por 100 y que las pruebas de penetración indiquen que el material pueda resistir á las condiciones climáticas que deberá soportar.

Una cantidad de cemento Bitulithic más blando se manda en cada remesa de Bitulithic, de manera que se pueda obtener una mezcla presentando una penetración y una dureza uniforme; se hace cada día un ensayo del cemento y se toma nota exacta de la temperatura á que se le calienta, de su penetración á 25° C. (77° Fahrenheit), etc.

Como punto de comparación de la densidad de este pavimento con pavimentos de asfalto, el Bitulithic pesa, aproximadamente, 156 libras por pie cúbico (2 1/2 kilos por decímetro cúbico), mientras que el asfalto pesa 132 libras por pie cúbico (2.120 kilos por decímetro cúbico).

En lo que se refiere á la reparación del pavimento cuando hay que abrirlo para reparar cañerías del alcantarillado, del gas, del agua potable, etc., se puede fácilmente ejecutar este trabajo.

(1) La palabra cemento se emplea aquí en sentido de material para unir.

Después de haber repuesto el concreto ó la otra base, se comprimen debidamente estos materiales para que no haya hundimiento en la parte reparada.

Sobre esta base se coloca una mezcla tipo Bitulithic, la cual es debidamente golpeada ó comprimida con el rodillo; los costados del pavimento que ha sido cortado son repasados previamente con una capa de cemento Bitulithic para asegurar una buena unión con la mezcla de reparación.

La capa fluida de las piedrecillas calientes se extiende entonces de la misma manera que se hace para los pavimentos nuevos, y una vez que la materia está fría, la parte reparada queda lista para el tráfico.

La Sociedad Warren Brothers está dispuesta para servir de consejera á toda ciudad donde se construya este pavimento, en cualquier tiempo que haya necesidad de reparaciones ó de mantenimiento. Vigilará para que se empleen maquinarias apropiadas para hacer buen trabajo, porque únicamente cuando se conserva el pavimento en buen estado la Sociedad puede esperar obtener más trabajos.

El último gasto que cuesta á la Compañía el mantenimiento de este servicio, no puede compararse con la cantidad de trabajo que obtiene conservando la reputación de hacer y de mantener el pavimento más suave que se conozca. Tal es así, que no hay ninguna ciudad ó país que tenga aprensión de confiar sus intereses á la Compañía Warren Brothers una vez que esté terminado el trabajo, y la marcha de este negocio demuestra que una vez que un pavimento Bitulithic ha sido ejecutado en la ciudad, la demanda de este sistema es bastante grande para justificar el mantenimiento de una instalación permanente.

En ciudades pequeñas que no pueden pavimentar continuamente, una pequeña planta de reparación se pone á disposición de la ciudad, y la autoridad competente queda completamente instruída en los trabajos de reparación y mantenimiento.

En la cuestión relativa á buenas vías de comunicación hay una cantidad tan grande de datos de todas partes del mundo, que demuestran que un país se atrasa ó progresa según el desarrollo de su sistema de transportes, que no hay necesidad de citarlos aquí.

Cualquier hombre de reflexión puede figurarse las ventajas que dan buenas vías de comunicación, tanto desde el punto de vista militar como comercial; puede asimismo calcular el valor de su propiedad si tuviera vías en que puedan circular automóviles y carros automóviles para transportar las tropas en tiempos apremiantes, y los productos de su hacienda ó de sus almacenes rápidamente y con poco costo en todas las estaciones del año.

Buenas vías de comunicación son unas de las mayores ventajas que puede tener una nación y el tipo de caminos depende del tráfico, del clima, de los materiales que posee el país y del costo de construcción y mantenimiento.

ANEXO AL BITULITHIC

El desarrollo de los caminos en los Estados Unidos hasta llegar á su condición actual se debe en gran parte á las exigencias de los propietarios de automóviles, cuyo número alcanza actualmente á más de 2.500.000, número que aumenta actualmente en más de 500.000 por año. Cuando el automóvil llegó á ser popular servía principalmente de vehículo de placer, pero con el tiempo el automóvil empleado como auxiliar del ferrocarril ó de otros medios de transporte alcanzó á tener una importancia capital en la vida comercial del país. La demanda de buenos caminos en

los distritos agrícolas é industriales tuvo como consecuencia el estudio detallado de este problema.

En los Estados Unidos hay una gran variedad de clima, suelos y otras condiciones que exigen un trabajo diferente, según la región. Así, por ejemplo, en la parte oriental del país el invierno es muy frío y hay grandes nevazones, lo que trae como consecuencia que el deshielo del suelo en la primavera dificulta considerablemente la construcción y la conservación de los caminos. En la parte SO. y Sur el clima es más moderado, algunos estados no tienen lluvias, y no hay heladas, en las provincias del Oeste, como California, el clima es parecido la parte central al de Chile; mientras que en el NO. se producen grandes lluvias y también grandes fríos en el invierno.

A causa de estas condiciones, como también de la topografía de la región, que es montañosa en una parte y plana en otra, los constructores de caminos encontraron que el mismo tipo de camino no podía servir para todas las regiones; pero se establecieron los principios fundamentales de buena construcción de vías que podían aplicarse á todas las partes del país.

En la construcción de un camino hay que considerar primeramente su trazado y ubicación. Una red de caminos separa evidentemente una red de ferrocarril, de manera que se decidió construir caminos principales que debían pasar por los distritos más populosos y soportar la mayor parte del tráfico. Estas vías principales se construyeron con grandes precauciones en cuanto á las pendientes, el drenaje, las curvas y la resistencia.

Con estos caminos principales empalmaban otros de menor importancia ubicados de manera de poder servir las necesidades provenientes del aumento de la población y del transporte. Con las vías secundarias se conectaban otros caminos que servían las propiedades é industrias particulares, porque la intención del Gobierno es de proveer con el tiempo todas las propiedades de buenos medios de comunicación, de manera que cuando el sistema de vías sea completo un ciudadano pueda transportarse en auto móvil de su casa á cualquier parte de los Estados Unidos.

Hay actualmente más ó menos 300.000 kilómetros de caminos perfeccionados en los Estados Unidos, construídos en tierra, macadán, hormigón, asfalto, Bitulithic, ladrillos, entarugado y varios otros materiales.

El Estado de Nueva York aprobó la emisión de un empréstito de 50 millones de dollars en una vez, California la de un empréstito de 18 millones de dollars también en una vez, y varios otros Estados aprobaron créditos para la construcción y el mantenimiento de sus caminos. Millones de dollars se gastan cada año con este objeto, y los contribuyentes no votarían los créditos necesarios si no estuvieran seguros de obtener ventajas que sobrepaesen el capital invertido.

El Gobierno federal de los Estados Unidos no contribuye, en regla general, á la construcción de caminos; sin embargo, actualmente se discute un proyecto de ley para ayudar á la construcción de una vía nacional de New-York á San Francisco. Esta vía tendrá un largo, completamente pavimentado, de 3.000 millas; actualmente tiene una parte lista, y se espera terminarla dentro de tres años.

Puede ser interesante considerar la forma en que ayuda financieramente á la realización de los buenos proyectos de construcción de calles.

En casi todos los casos de grandes mejoras de caminos los gastos deben ser cubiertos por el Estado donde se hace el trabajo, y la necesidad de llevar á cabo el trabajo es indicado por los Automóviles-Clubs, las Sociedades de mejoramiento de caminos, los Clubs comerciales y los *meetings* de los ciudadanos, los cuales solicitan del Gobierno un proyecto de ley que concede crédi-

tos para la construcción de vías principales. En caso de ser aprobada esta ley se emite un empréstito garantizado por la propiedad privada dentro del Estado, y los intereses y amortizaciones de esta deuda son pagados por medio de impuestos aplicados a los propietarios.

El empleo de los fondos y la vigilancia técnica del trabajo se hacen ordinariamente por intermedio de la Junta de vías principales del Estado, Junta elegida por el pueblo y presidida por el Gobernador. Esta Junta se compone ordinariamente de cinco miembros, uno de los cuales es el Ingeniero-Jefe director del trabajo, y á este último se concede poder para ubicar y construir los caminos concedidos por la ley. El trabajo se hace siempre por contrato, se piden propuestas para diferentes secciones del camino, cuyos planos y condiciones de ejecución han sido elaborados por la Junta, se exige un cumplimiento estricto de las bases y se exige del contratista un depósito de garantía.

En muchos Estados, los condados, que son distritos que tienen jurisdicción local sobre los caminos y otras obras públicas, emiten empréstitos ó ejecutan el mejoramiento de sus calles por medio de impuestos.

En este caso, el Ingeniero del condado y los inspectores son responsables ante el pueblo de la buena inversión de los fondos.

En otros casos, hay ciudades que desean contribuir por medio de impuestos ó suscripciones populares para la ejecución de un camino que traerá grandes beneficios para ellas. Así, la ciudad de Portland (Estado de Oregón), se procuró por medio de un empréstito y de suscripciones 1.250.000 dollars para la ejecución del Columbia River Highway, de una extensión de 60 millas.

En un *meeting* general del pueblo se nombró una Comisión para que estudiara la cuestión é indicara el mejor tipo de pavimento; el Comité tomó como consejero á un Ingeniero experto muy conocido, el cual hizo las revelaciones y presentó el proyecto á la Comisión.

La Comisión, á su vez, sometió el proyecto al pueblo. Se colocó entonces un empréstito y el camino fué ejecutado. Se estima que la propiedad servida por este camino ha aumentado de valor en un 50 por 100 y que el capital invertido produce un interés de 18 por 100.

No se puede dudar de que el progreso maravilloso de los Estados Unidos y el aumento de bienestar se deben en gran parte á los medios de transporte baratos y fáciles, á la menor pérdida de tiempo y al menor desgaste de los vehículos comerciales y de placer. Consideramos la parte Sur de los Estados Unidos hace algunos años antes de la ejecución de buenos caminos. En esta región existían los peores caminos del mundo, que eran intransitables durante muchos meses.

Estas provincias producen millones de fardos de algodón, que deben ser transportadas cada año de su lugar de producción á los ferrocarriles ó á los ríos. Muchas veces se necesitaban cuatro mulas para transportar un fardo de algodón, y cuando la hacienda estaba situada lejos del lugar de embarque, se necesitaba algunas veces un día para efectuar un solo viaje, desgastando, además, considerablemente los carretones, los arneses y los animales. Cuando el hacendado tenía que transportar 100 fardos, necesitaba gran cantidad de mulas ó bien trabajar durante largo tiempo para concluir su tarea. A menudo también el precio del algodón era muy bueno, pero el productor no podía aprovecharse de esa situación, porque estaba imposibilitado para entregar sus mercaderías en tiempo oportuno, debiendo, además, el propietario dedicar una gran parte de su propiedad al cultivo del almendro para sus mulas, lo que le costaba bastante dinero.

Si consideramos ahora que hay muchos miles de propietarios

que se encuentran en esta situación, debiendo cada uno gastar una buena parte de sus beneficios en el transporte de sus productos á causa del mal estado de los caminos, se comprende que si estos hacendados se congregan para mejorar los caminos de este distrito, de manera que en lugar de necesitar cuatro mulas para transportar un fardo de algodón al día, no se necesitaban más que dos para transportar cuatro fardos y eso dos veces al día, ó bien un solo camión automóvil, que podía transportar 10 fardos y hacer cinco á seis viajes al día, ellos obtenían de su dinero un empleo más remunerador que cualquier cultivo que producían sus haciendas: Como, por otra parte, podían dar sus terrenos en garantía del empréstito y pagar este último por pequeñas partes cada año, el negocio era muy fácil de realizar.

Las condiciones de la zona del algodón en los Estados Unidos, no son diferentes de las de cualquier zona agrícola de Chile ó de otros países. Si se pudiera calcular la cantidad de dinero perdido cada año por los agricultores é industriales, y estimar la pérdida de bienestar general á causa de la imposibilidad de progreso en un país que no tiene bastantes medios de comunicación, se llegaría á sumas que parecerían increíbles.

El método de construcción y el costo de estos caminos, que son un factor tan importante en el progreso nacional, dependen de las condiciones locales, pero en general, tomando en consideración la experiencia de los países, se puede deducir lo siguiente:

1) Mejoramiento con poco costo de los caminos de tierra. Con la ayuda de las máquinas modernas de tracción y de excavación, se ha podido rebajar á 20 dollars por milla el costo de drenaje de los caminos por medio de zanjas, y darle el perfil necesario para que el agua no se estacione y haga en el camino hoyos y partes blandas. Cuando se mejora un camino de esta manera, se hace el trabajo de tal modo que este adelanto sea el primer paso para la construcción de una vía principal de primera clase.

Por eso, á su perfil longitudinal, á sus curvas, sus drenajes, hay que dedicarles especial atención.

2) Cuando la vía adquiere más importancia y tiene mayor tráfico, se le puede mejorar empleando el macadán. Como los trabajos preparatorios de ubicación, drenaje, etc., ya han sido hechos, el costo de un nuevo mejoramiento no es grande, comparado con las ventajas que se obtienen, tal es así, que un camino de macadán bien construido presta mejores servicios y necesita menos reparaciones que un camino de tierra.

3) En el mejoramiento de las vías principales, donde el gran tráfico requiere un camino de primera clase, el macadán exige grandes gastos de reparación y, además, tiene que ser remojado en el verano. Este gasto, comparado con los intereses del capital necesario para hacer un pavimento permanente, que requiere poco cuidado y poco gasto de mantenimiento, resulta muchas veces mayor, y como además, un camino pavimentado ofrece mayor comodidad y está libre de polvo, los Estados prefieren gastar grandes cantidades de dinero para tener los mejores caminos posibles.

Esta clase superior de caminos se construye de varios modos; en algunos casos se coloca una base de hormigón, y esta base se aprovecha durante más ó menos un año, hasta que dé prueba de desgaste. Se cubre entonces con una capa de hormigón de asfalto Bitulithic ó de otro material bastante elástico y apropiado con asfalto, como binder. Este método es el más costoso y se usa únicamente cuando la constitución del suelo y las condiciones del clima exigen esta clase de construcción, la cual vale de 20 á 25.000 dollars por milla.

La manera más común de mejorar los caminos consiste en

colocar una capa más resistente sobre la base de macadán que ya ha prestado servicios.

Cuando el tráfico ha hecho esta base compacta y sólida, la capa resistente se puede colocar por la suma de 9.000 dollars por milla más ó menos, el valor de la base de macadán siendo de 5 á 7.000 dollars por milla. Los resultados que se obtienen con este sistema equivalen á los que se obtienen empleando una base de hormigón de cemento.

Como regla general, el ancho de las vías principales mejoradas no es inferior á 7 metros en la parte pavimentada; á cada lado del pavimento se pone macadán de un metro de ancho para proteger el pavimento contra los carros que trafican ó se estacionan al lado del camino. En las orillas del macadán hay un roce de 1 á 2 metros de ancho, en el cual se hacen las zanjas. Esta disposición varía con las exigencias de la región, pero, por regla general, estas dimensiones son corrientes.

Una de las consideraciones más importantes en el mantenimiento de los caminos es el tipo de vehículos que pueden transitar sobre ellos. Se necesitan leyes que limiten el peso de los vehículos, como también el ancho de las ruedas. Se debe exigir también que las ruedas de los carros sean perpendiculares á la superficie de la calle y que estas ruedas no tengan juego sobre los ejes para no cortar el pavimento con las aristas de las llantas. Esta consideración es de mucha importancia, tanto en las ciudades como en los campos.

La mayor enseñanza en todas partes es la experiencia; igual cosa sucede en la construcción de calles y pavimentos. Un pueblo progresa cuando aprovecha las lecciones de sus propios errores, y ahora es posible aprovechar los errores de otros pueblos. En efecto, no hay necesidad de hacer experimentos en este sentido, porque otros países han pagado para obtener los conocimientos que tenemos ahora sobre la cuestión, de manera que, haciendo gastos para trabajos de pavimentación, podemos estar seguros de obtener buenos resultados, siempre que se sigan los principios establecidos por los pueblos que han gastado su dinero para determinar lo que era bueno y lo que era malo.

Con la adopción del automóvil en Chile, como un medio de transporte rápido y barato, llegará también la demanda de buenos caminos. Éstos deberán ser y serán construídos, no tomarán una parte de las entradas de los ferrocarriles, pero los ayudarán; no serán una fuente de gastos para el país, pero sí una gran utilidad, no van á disminuir el valor de las propiedades, pero sí duplicarla, y *last but not least* dará á los chilenos y al mundo entero la ocasión de conocer este país tan lindo y tan fértil.

La electricidad aplicada á la agricultura

por

PAUL LECLER

La electricidad aplicada á la agricultura es susceptible de múltiples empleos. Los he estudiado especialmente en dos informes de los Congresos de Marsella y de Turín, así como en una comunicación de la Sociedad de Electricistas y en un informe del Sindicato profesional de fábricas de electricidad (1). Así, pues, no los detallo en este artículo.

(1) También se hallarán informes relativos á este asunto, en las obras de M. Ringelmann, Director de la Estación de ensayos de máquinas del Ministerio de Agricultura y en la Memoria presentada por M. Cahen, en el segundo Congreso de la Hulla blanca, en 1914.

Entre las aplicaciones agrícolas de la electricidad la más importante es la de la labranza y es la que menos desarrollo ha adquirido en Francia, siendo, sin embargo, la más necesaria en el presente y en el porvenir.

En efecto, ya antes de la guerra nuestra producción de cereales, no solamente no aumenta, sino que, por el contrario, tenía tendencia á reducirse, de modo que al comenzar la guerra nos vimos obligados á comprar granos en el extranjero y en cantidades crecientes.

Durante la guerra es natural que esta situación haya empeorado, primeramente á causa de los llamamientos sucesivos de los reemplazos, y después porque los efectos de los descuidos forzados de los cultivos se adicionan de año en año.

Las superficies sembradas decrecen de más en más y también va declinando la producción por hectárea (1).

(1) *Producción mundial de trigo.*—Ya antes de la guerra no recolectábamos el trigo suficiente para nuestro consumo y estábamos obligados á importarlo.

En 1913 nuestra producción fué de 85 millones de quintales métricos; en 1914 se rebajó á 76; en 1915, á 60, y en 1916, á 58, ó sea desde 1913 hemos tenido un déficit de 27 millones de quintales.

Respecto á 1917, el Ministro de Agricultura, M. Clementel, ha dicho hace poco en el Senado, que desde luego se presume que el 20 por 100 de los cultivos no están preparados para la siembra de primavera.

En una palabra, la cantidad de trigo que, en los momentos actuales, tenemos que importar anualmente, se eleva, en número redondo, á unos 30 millones de quintales.

Si los precios en el extranjero fuesen iguales á los que existían antes de la guerra, esta cantidad representaría un gasto anual de 600 á 700 millones.

Pero la situación es mucho más grave: el *Boletín del Instituto Internacional de Agricultura de Roma*, correspondiente á Octubre pasado, indica, de un modo general, que las recolecciones de los países exportadores de trigo son claramente deficientes.

Sin entrar en detalles, basta mencionar que la producción de los Estados Unidos ha sido de 165.353.000 quintales en 1916, en vez de 275.291.000 que hubo en 1915 y de 186.889.000, que es la media anual, ó sea, respectivamente, del 60,1 y del 88,5 por 100, menor que estas últimas cantidades.

En el Canadá, que normalmente produce una media de más de 100 millones de quintales, la recolección no ha alcanzado en 1916 más que 43.307.000 quintales, ó sea el 42 por 100 de la recolección media.

Si se totaliza las producciones de los países, cuyos datos de recolección conocemos, y que son: España, Inglaterra y el país de Gales, Irlanda, Italia, Noruega, Países Bajos, Rumania, Rusia europea (48 Gobiernos de 63), Suiza, Canadá, Estados Unidos, India, Japón, Egipto y Túnez, se alcanza la cantidad de 605 687.000 quintales; la de 1915 fué de 835.820.000 y la media quinquenal de 653.299.000. La recolección total resulta, evidentemente, muy deficiente. No llega á las tres cuartas partes de la de 1915 y presenta una disminución del 7 por 100, con relación á la media de 1909 á 1913. (Véase también el discurso de M. Cosnier, pronunciado en la Cámara el 18 de Noviembre de 1916.)

En estas condiciones, y dado, por otra parte, las dificultades del transporte, no es de extrañar que el precio del quintal de trigo transportado de los Estados Unidos á los puertos franceses se haya elevado desde veintitantos francos á cerca de 60, lo que para los 30 millones de quintales que necesitamos importar, representa de 1.700 á 1.800 millones de francos, á exportar anualmente al extranjero.

Si á esto se añade los otros cereales, que igualmente tendremos que importar, se ve que nos veremos precisados á comprar en el extranjero, este año y los próximos, granos, cuyo valor excederá de 2.000 millones de francos.

Esta situación es alarmante en extremo y parece muy difícil pueda ser modificada sensiblemente.

Esto es la causa del movimiento actual en favor de la motocultura.

Este movimiento ó agitación se traduce en creación de Comités, Comisiones, Agrupaciones, proyectos y proposiciones de ley presentadas últimamente en la Cámara y en el Senado.

También se acaban de votar créditos para la compra de tractores para formar baterías destinadas á la labranza de las tierras abandonadas.

M. Cosnier, autor de una de estas proposiciones de ley, ha redactado