



Las calzadas en las calles i en los caminos

POR

DOMINGO V. SANTA MARIA

(Continuación)

§ III.—LA CALZADA MODERNA

Característica de la calzada moderna

18). Desde que el servicio de los automóviles ha tomado un carácter intenso, i se pretende con ellos dar relativamente grandes velocidades a los trasportes por las carreteras, es evidente que los afirmados se encuentran ahora en condiciones bien diferentes de las que se encontraban ántes. Por eso, ahora se puede decir que *el cilindrado* que conglomeraba i apretaba los materiales de las calzadas, *hoi es deficiente* para soportar el tráfico viclento de los autos. El camino de Fontainebleau, en los alrededores de Paris, donde las calzadas se mantenian en mui buen estado, con el simple cilindrado i las recargas de piedrecillas del caso, ahora, *aun efectuando constantemente estas recargas i el cilindrado*, el camino se dete-

riora de tal manera que su calzada se destruye. Este mismo fenómeno lo han hecho presente todos los ingenieros que atienden carreteras donde ahora hai servicios corrientes de autos.

Esta consideracion es de suma importancia; basta ver, por ejemplo, que ya en 1908, en el «Congreso del Camino» habido en Lóndres, se hizo ver que sólo en Francia habia ya 3,000 kilómetros de carreteras que tenian servicios permanentes de automóviles, cuyas calzadas se encontraban completamente deterioradas por ese tráfico.

Dejando a un lado *la solucion de los adoquinados*, retallándolos i haciéndolos de modelos chicos, que sólo se puede llevar a cabo *con fuertes desembolsos* que no se justificarian en la mayor parté de los casos, ya vimos que en Inglaterra, en Alemania, etc., se ha recurrido a las combinaciones de los *Macadan con betunes*, etc., o sea, lo que en términos jenéricos llaman *Tar-Macadan*; i en Estados Unidos, donde por haber usado malas materias betuminosas como conglomerantes, fracasaron con los *Tar-Macadan*, prefieren las calzadas de hormigones o de ladrillos especiales. No hai que contar con los alquitranados en los *Macadan* corrientes, sino para quitar el polvo en verano i los barros en invierno; de modo que, el *Macadan corriente*, quedará siempre deficiente en todas las carreteras donde se han establecido línea de autos, tanto para el servicio de pasajeros como para la carga.

Las *llantas elásticas* que usan los autos desarrollan fuertes esfuerzos tanjenciales que desprenden los materiales que sólo se encuentran conglomerados *por presion del cilindrado*, i los lanza, mas o ménos violentamente, segun las velocidades de las ruedas, llegando a veces a formarse verdaderos torbellinos de piedrecillas i polvo cuando las carreteras tienen sus *Macadan* un tanto usados i no están mui limpias.

Pisoneadura

19). Para remediar ese mal, *hai que aumentar las resistencias tanjenciales de las calzadas con Macadan*, es decir, con-

glomerar mejor sus elementos en todas direcciones, ya sea como los adoquinados, aumentando sus trabas; ya usando conglomerantes, como en los Tar-Macadan o bien conglomerando mejor los elementos mecánicamente, ya no con el cilindrado, que se ha visto que es deficiente, sino con *máquinas de pisonear*. El cilindrado mecánico corriente, usando en la formación de los Macadan piedrecillas de 7 a 8 centímetros da una compresion que se estima en un 45 %, lo que va disminuyendo a medida que disminuyen los diámetros de las piedrecillas; así, con materiales de 3 centímetros, la compresion no pasa de 30%; i con materiales de 1 a 3 centímetros, solo da un 25% i se reduce a un 10% con los materiales menudos i arenas. Luego, para contrarrestar la accion destructora de los automóviles, o hai que conglomerarlos con ligantes betuminosos, como en el Tar-Macadan o sus similares, o hai que buscar mejores medios de compresion que los que se consiguen con el cilindrado.

Observando las acciones de los *pisones de mano*, se ve que, cuando son bien ejecutadas las pisoneaduras, *ellas resisten mucho mas que las cilindradas* al paso de los automóviles; de ahí, la primera indicacion para reemplazar el cilindrado por la pisoneadura; pero, como las pisoneaduras a mano son siempre costosas, se ha tratado de ejecutarlas mecánicamente construyéndose máquinas mui ingeniosas al respecto, en las cuales los pisones son movidos como los pilones de las chancadoras, i están puestos en batería, de modo que sus acciones cubran una superficie determinada en cada pasada de la máquina, como pasa tambien con los cilindros (ver modelos en el Genie Civil de Diciembre de 1910). La batería de pilones se mueve por series; pero, *sólo por tanteos* se consigue fijar bien las alturas de las caidas de las masas para que ellas no sean mui violentas.⁴

Si consideramos la formacion de un afirmado con materiales sílico-calcáreos de dureza media, quebrados en guijarros de 0.07 a 0.08 apartados por cilindros clasificadores i los comprimimos con pisones *a mano* que pesan próximamente

13 kilos, con un diámetro de 0.24 m. i admitimos que los obreros los dejen caer constantemente de una altura de 0.15 m., ellos estarán animados de una fuerza viva, por decímetro cuadrado, de:

$$\frac{1}{2} \times \frac{13 \times 2 \times 9.8 \times 0.15}{\pi \times 1.2^2} = 4.22 \text{ kilográmetros}$$

Los pilones cayendo de una altura de 0.20 m. llegarán al suelo animados de una fuerza viva de:

$$\frac{1}{2} \times \frac{162 \times 2 \times 9.8 \times 0.2}{5.2 \times 5.2} = 11.74 \text{ kilográmetros}$$

por centímetro cuadrado.

De los ensayos hechos en el laboratorio de la Escuela de Puentes i Calzadas en Paris, sobre materiales de la misma naturaleza, bajo forma de cubos de 0.04 por costado, sometidos al choque de una masa que cae de un metro de altura, con un peso de 4.50 kilogramos lo que corresponde a una fuerza viva de 275 kilográmetros por decímetro cuadrado, se han tenido los siguientes resultados:

Las muestras escogidas que tenían una parte compacta enteramente silicosa, sólo dieron las primeras saltaduras de aristas, a los 8 a 19 golpes, i han presentado sus primeras rasgaduras despues de los 12 a 21 golpes. Por lo tanto, no hai ningun temor de deteriorarlos con las pisoneaduras corrientes, i aun con el trabajo de las máquinas de pisonear, las que hacen jeneralmente un trabajo de 70 metros por hora, cuando el número de golpes de pison es de 60 por minuto.

El paso de una *pisoneadora*, es similar al paso de un cilindro compresor, es decir, hai que pisonear por capas sucesivas, mas o ménos delgadas i regando las calzadas; rellenando las hendiduras que se produzcan para que las superficies queden siempre unidas despues de cada operacion. Por

consiguiente la *pisoneadura* comprende las operaciones siguientes:

- 1.º Regadura prévia como se hace de ordinario;
- 2.º Pasaje de ida i vuelta de la pisoneadura pero la vuelta con los *pisones levantados*, de modo que sólo hace cilindraje;
- 3.º Rellenadura de las dépresiones que se hayan producido en la calzada, jeneralmente con materiales conglomerantes como las arenas de las canteras;
- 4.º Pasaje de los pisones con un riego moderado, es decir, lo necesario para que las arenas no se peguen contra los pisones: jeneralmente, se usa para eso, *pitones con llaves* que permiten limitar el riego, por cuanto un excedente de agua tiene el defecto de arrastrar las materias de conglomeracion;
- 5.º Cuando hai que repartir nuevamente materiales para los rellenos de las depresiones, hai que hacerlo regando i cilindrando encima para hacerlos tomar cuerpo con los ya colocados; i para ello se necesita por lo ménos *una docena de pasadas del cilindro*.

Las esperiencias han demostrado que en los trabajos se ha tenido mejor éxito usando piedras de 0.07 m. de grueso que con las de 0.08 m.; pero es evidente que para usar las piedras de 0.08 m. bastará aumentar la enerjía de los pisones. Por otra parte, la altura de caída de 0.20 m. parece muy débil i por eso se ha corregido en las nuevas pisoneaduras.

Si se analizan *los resultados* de las operaciones del cilindrado i de las pisoneaduras, se ve *que no son los mismos*; aunque el aspecto de la calzada quede similar. Si tomamos un volúmen de 10 c. de piedrecillas, despues de haberlo *cilindrado*, encontraremos que tiene mas o ménos un 10% de detritus que forman su conglomerante; el mismo volúmen, despues de *pisoneado*, tiene mas o ménos *el doble*, es decir un 20% de detritus conglomerantes.

Haciendo sondajes en diversos puntos i analizando la composicion de los conglomerados se han tenido los resultados siguientes: la composicion de las calzadas pisoneadas son formadas con piedrecillas de mayores dimensiones que 0.03 cu-

Los huecos se encuentran rellenos con ditritus de 0.01, que provienen de los materiales de agregación. En las cilindradas, se encuentran piedrecillas de todas dimensiones, especialmente un 30% de piedras pequeñas de 0.03 a 0.01 que se forman por las quebraduras de los materiales que es más o menos de un 15%.

Así la diferencia del cuerpo de la aglomeración *es neta*; mientras con la *pisoneadura no se tienen pequeñas piedrecillas, con la cilindradura se tiene hasta un 30 %* por la trituración de los materiales que se han echado en la superficie. Además, casi el 45% de esos detritus provocados por el cilindrado, está formado por porciones redondeadas en las cuales los huecos son rellenos por el menudo ya casi hecho arena.

Por eso, todo hace creer que las calzadas pisoneadas sean más económicas que las cilindradas, por cuanto la cohesión que adquieren los materiales con la pisoneadura es independiente del ligante de alquitranes, etc., que se usan después para quitar el polvo i barro en las carreteras, como elementos de conservación. I en segundo lugar, por cuanto repartiéndose 40 metros cúbicos de piedrecillas por kilómetro para el pisonaje, en lugar de 50 como se hace con el cilindrado, se obtiene en las carreteras europeas casi el mismo cubo de materiales no triturados.

Fajas de rodado o pistas

26). Desde tiempo de los romanos se han usado en Italia i se conservan hasta ahora, las calzadas *enlosadas* i como son muy costosas si se quiere dejarlas en buenas condiciones para el tráfico, se *redujo el enlosado a fajas* que sirviesen de huellas o pistas para el rodado de los vehículos.

Mientras en las calles i carreteras sólo circulaban vehículos arrastrados por caballos i bueyes, estas calzadas presentaron algunos inconvenientes, por ser poco adecuadas para el tiro con dos caballos de frente, por cuanto, como *las pistas*, necesitan cierto ancho, cada uno de los caballos de la *pareja*

se encuentra con dos de sus patas, pisando en los enlozados de las pistas, i las otras dos en los empedrados o adoquinados del relleno. Este sistema obliga, por lo demas, a hacer la circulacion en filas, lo que es molesto, cuando hai un tráfico un poco intenso *de toda clase de vehiculos*, por cuanto, en ese caso, los coches lijeros, se ven forzados a abandonar constantemente las pistas para poder tomar la delantera de los vehiculos lentos i pesados. Por esa causa, su uso no se ha jeneralizado hasta la fecha i sólo se encuentra indicado *en los puentes* donde sirve para regularizar el tráfico i evitar fatigas indebidas a las superestructuras metálicas. El tipo de calzadas con huellas o pistas enlosadas mas usado en Italia es con losas naturales de 0.40 a 0.50 de ancho, por 0.10 a 0.20 de espesor, bien trabadas i colocadas sobre fundaciones de hormigon i arena, como los adoquinados, dejando los rellenos entre las huellas, con empedrados i los contra de las cunetas, contra las soleras de las veredas, con adoquines. En las superestructuras de los puentes, las huellas o pistas se hacen corrientemente con fierros laminados especiales en formas de doble T. No se puede negar que este sistema tiene ventajas para la circulacion en casos dados; pero que es molesto cuando la circulacion, léjos de concretarse a un cierto tipo de vehiculos, es mui variable.

Pero desde 1910, con el desarrollo de la circulacion de los autos, ya los clubs de automóviles i los industriales que los usan para sus trasportes, principiaron a pedir las *pistas* en las carreteras, porque facilitaban enormemente el rodado de los autos de cualquier naturaleza que sean. Los ingenieros ocupados de las carreteras, i entre ellos Mr. Polonceau, no desconocen la importancia que tiene para el automovilismo, esa clase de calzadas; pero dados *sus inconvenientes* para la circulacion de los vehiculos arrastrados por caballos, sólo se atreven a recomendarlas para aquellas carreteras donde hai ya un tráfico mas o ménos intenso de auto-camiones o de auto-dilijencias que hagan un servicio de encomiendas i los postales, etc., i propone que estas *líneas de rodado* como las lla-

ma Mr. Polonceau, sean hechas con adoquinados de primera calidad, i el resto de la calzada con empedrados o Macadan.

En Inglaterra, a imitacion de las calzadas italianas, la *Commercial Road* desde 1829 recomendó e instaló en muchas carreteras las pistas de rodado, con el nombre de *El tram*, quedando así las pistas de los caballos i las de las ruedas de los vehiculos, completamente marcadas por los materiales que las componen. El centro, donde marchan los caballos, está formado con un adoquinado, o Macadan corriente formando una faja de 0.60 a 0.75 de ancho, para poner los caballos en filas; i las fajas laterales, que aseguran la suavidad al rodado de los vehiculos colocando en ellas sus ruedas, son *enlosadas* i con 0.40 a 0.60 de ancho. No usando el arrastre por caballos puestos en parejas las fajas dan un excelente resultado, como lo ha manifestado el «Comercial Road» haciendo el estudio de todas las carreteras secundarias, que tienen poco tráfico de vehiculos lijeros, los que tienen que abandonar el «tram» mas o ménos constantemente, para tomar la delantera de las filas de carros lentos.

Este sistema de calzadas tiene la subjecion de que en las calles estrechas de las ciudades no se puede poner mas que *una sola pista* i por consiguiente, el tráfico queda limitado a *un solo sentido*: sólo caben dos pistas o tres, en las calles anchas, puesto que cada una debe quedar separada por un espacio adoquinado o empedrado; en Inglaterra, se ha llegado a poner cuatro pistas. En algunas calles de Jénova, Milan, Turin i en Escocia se usó este mismo sistema despues de ver los resultados obtenidos en Lóndres en 1829; pero se abandonó por las molestias que imponia a las cabalgaduras. Volvió a aparecer en Paris en 1908, con el nombre de caminos *encintados* (rubannées) consistiendo las *cintas* en la incrustacion en el Macadan de la calzada de dos fajas de cemento espaciadas de 0.90 a 1.10 m. i con 0.35 m. de ancho cada una; la ventaja que se le encontró al sistema anterior fué que era mas barato que los enlosados i el tram ingles.

Pero quedó siempre de manifiesto el principal inconven-

niente del sistema, es decir, que si bien es mui ventajoso para el rodado de vehículos arrastrados por un caballo o por caballos enfilados de uno en uno, era desastroso, para las parejas de caballos i por consiguiente para las parejas cuarteadas. I ademas se notó que las cintas de cemento eran de conservacion mui costosa.

Por eso quedaron vijentes en Paris en las calles antiguas i estrechas que no pueden permitir el cruce de dos vehículos i, por lo tanto, donde *a fortiori* hai que reglamentar el tráfico en un solo sentido; en ese caso es evidente que es inútil poner buen pavimento al centro de la calzada; basta asegurar las fajas del rodado.

En las calles con *dos pistas*, si el tráfico es intenso, las molestias de las intercalaciones de vehículos lijeros pueden ser mui sensibles; así en Milan, donde este sistema se jeneralizó, cuatro vehículos en 10 tenian que abandonar las pistas para pasar adelante de los de marcha mas lenta; pero en Paris i en Lóndres, donde circulan simultáneamente desde cab que marcha a todo trote, hasta el carro que marcha al paso i ademas donde forzosamente muchos de esos vehículos tienen que estacionarse contra las veredas, resultaba, de hecho, que mui pocos podian francamente seguir el rodado por *las pistas*.

A pesar de que las esperiencias, como lo acabamos de decir, manifestaron el fracaso de esta clase de calzadas cuando sólo habia vehículos arrastrados por animales; ahora, con el uso frecuente de los autos, *se vuelve* sobre ellas i todos los automovilistas *las reclaman* i los ingenieros las resisten aun, por cuanto no es posible dificultar el servicio del acarreo animal, *por facilitar el de autos* en la mayoría de las calzadas; sólo lo encuentran admisible para casos escepcionales.

Inútil es entrar en el detalle de la confeccion de estas pistas o fajas de rodado, que aun están mui léjos de ser adecuadas para nuestros caminos i para nuestras calles, por cuanto, si bien en Santiago circulan ya muchos autos de lujo, *no es ese aun el sistema corriente del acarreo comercial*, i mucho ménos fuera de Santiago.

Realizacion de la calzada moderna

21). No están de acuerdo los ingenieros con respecto al sistema que debe preferirse para realizar las calzadas modernas; sólo están de acuerdo, como ya lo hemos manifestado, en que *los adoquinados* son los que dan mejores resultados en la práctica, si ellos están bien ejecutados: i de ahí, que se haga todo empeño en hacerlos artificialmente, donde falta la piedra para hacerlos con buenos elementos naturales.

Ya vimos la accion tan funesta para las calzadas de las llantas elásticas que tienden a desagregar los elementos de las calzadas macadanizadas i a descarnar las juntas de los adoquinados sujetos solamente con arenas.

La *calzada ideal* seria la que pudiese realizarse con guijarros duros, regulares, puestos en obra con conglomerantes, sea de alquitranes, breas, etc., de modo que, con el cilindrado, *formasen un conjunto elástico i regular bastante resistente*, lo que no se ha podido realizar hasta la fecha; i mientras ese ideal no se consiga obtenerlo en la práctica con un costo que no sea excesivo, los adoquinados serán siempre la mejor solucion que convendrá aceptar para el mejoramiento de las calzadas.

Los automóviles, por lo jeneral, tienen llantas de dos naturalezas: las uniformes de las ruedas delanteras que sirven de guía i que sólo dan polvo al pasar por las calzadas hidrocarbурadas; i las llantas *antiresbaladizas* de las ruedas de atras, las que muchas veces tienen hasta salientes metálicos i sobre los cuales, para dar adherencia, se aumentan las presiones: son éstos los que destruyen las calzadas macadanizadas, por cuanto los salientes hacen el efecto de ganchos que arrancan las piedrecillas. El uso de estas llantas con salientes metálicos hace ilusoria la liga de las calzadas simplemente alquitranadas en la superficie, solucion que es tan eficaz para las ruedas corrientes, i por eso quita el polvo en las calzadas cuando no hai automóviles en ellas.

Luego, para soportar los autos en las calzadas modernas, se hace necesario que el ligante, cuando se hacen Macadan, no sea simplemente superficial, sino que debe ligar los elementos mismos como lo hace el procedimiento del Tar-Macadan, buscando al mismo tiempo que el tamaño de las piedrecillas sea lo mas uniforme posible, para que el cilindrado, o lo que es mejor, el pisoneado, produzca todo su efecto.

Automovilismo

22). Ya vimos que los clubs de automóviles i los industriales que usan auto-camiones para sus acarreos solicitan constantemente de las autoridades competentes que se cambien las disposiciones de las calzadas actuales por otras, con *fajas de rodado* para facilitar la marcha de los autos, i que los ingenieros encargados de los servicios de las carreteras se niegan jeneralmente a recomendar esa medida i que sólo la recomiendan en casos especiales.

Efectivamente, el acrecimiento constante de la red de caminos en todas partes i sobre todo, la multiplicacion de los servicios de diligencias o postales, han traído como consecuencia que, si económicamente hablando, no convienen los establecimientos de líneas férreas en muchos de ellos, en cambio es ventajoso un servicio de automóviles i de auto-camiones.

Para que se vea el desarrollo de estos servicios en la movilizacion i cómo pueden ellos *llegar a ser dominantes* en una carretera i por consiguiente que, ya en esos casos, las calzadas deben tomar en cuenta esa circunstancia, pasamos a dar las cifras siguientes:

En 1915, en Alemania ya se habian establecido 11 *líneas particulares* de automóviles, con carreras determinadas, sin contar *las líneas de servicios postales* que se atienden con autos i que en esa fecha servian ya 220 kilómetros. Los autos postales admiten pasajeros con una tarifa de 0.083, 0.087 i

aun 0.093 francos, segun los perfiles de las carreteras; i los coches tienen de 10 a 12 asientos.

Naturalmente en los recorridos de estos auto-dilijencias, los gastos de explotacion varian, lo mismo que las tarifas, segun los accidentes de las carreteras, entre 0.528 a 0.643 francos por kilómetro. Como por auto, tenemos como entrada mínima $0.083 \times 10 = 0.830$ francos por kilómetro i los gastos corrientes son 0.528 queda como ganancia neta 0.502 francos por kilómetro. Se comprende así fácilmente que a mas de las líneas de dilijencias-correos, se pongan en servicio otras enteramente de servicio privado i dejen utilidades a sus empresarios.

En Baviera, en 1912, ya se habian establecido 61 *servicios regulares de líneas de autos*, 27 *de temporada*, correspondiendo a la atencion de unos 1,940 kilómetros de carreteras; los gastos medios fueron de 0.586 a 0.578 francos por kilómetro i por auto en el curso de los años 1910 i 1911. La conservacion i renovacion de las llantas de goma, las compañías de movilizacion, las arreglaron por *contratas anuales* con los fabricantes, pagando 0.10 francos para los auto-motores i 0.06 francos para los remolcados por kilómetro corrido. Las tarifas en Baviera varian entre 0.02 francos por kilómetro i por pasajero, para los servicios regulares i de 0.0875 i aun 0.125 francos por kilómetro para los servicios de temporada, durante la estacion. Los coches son jeneralmente de 18 asientos con 5 a 5.6 m. de largo i 1.95 m. de ancho, pesando vacíos 2,500 a 2,700 kilogramos i con 74 a 78% del peso en los ejes de atras (1,850 a 1,950 kilogramos). Los nuevos pedidos de la Administracion de Correos, los está haciendo para coches *mas livianos i mas poderosos* i por eso se están jeneralizando los remolcadores de 10 a 16 asientos que pesan 1,250 kilos vacíos.

En Wutenberg, la administracion de correos, estableció desde 1912, seis servicios postales i en el ducado de Bale 21 i todos ellos están de acuerdo en declarar *que hai ventajas en esa clase de servicios*, puesto que, como lo demuestran las

cifras apuntadas anteriormente, el servicio postal resulta gratis, puesto que los pasajeros pagan mas que los gastos.

En Austria, donde las carreteras se encuentran jeneralmente en mal estado, el servicio de líneas regulares de autos se ha jeneralizado ménos, i por esa causal los empresarios han hecho notar inmediatamente que es mas costosa la renovacion i conservacion de las llantas de goma; i sin embargo, en 1915 ya habia 75 líneas regulares sirviendo 2,244 kilómetros de carreteras. Los coches pesan jeneralmente de 2,600 a 3,000 kilos i sus cargas útiles varian entre 1,500 a 2,000 kilos; los coches tienen de 14 a 20 asientos i la carrocería mide 5 a 6 m. de largo por 1.60 m. a 2 m. de ancho. Los vehículos del Estado en servicio, pueden marchar con [25 kilómetros por hora o en horizontal i los gastos de explotacion varian, segun las pendiente de las carreteras, entre 0.47 a 1.57 francos por kilómetro i por coche. Como se ve, estas cifras ponen de relieve el aumento de los gastos de explotacion, *por el mal estado jeneral de las carreteras.*

En Francia, los autos propiamente sólo se han jeneralizado en los servicios de las ciudades, reemplazando los antiguos ómnibus de traccion animal; así Paris tiene 1,000 autobuses rápidos en 48 líneas, los que pesan 7,200 a 8,000 kilogramos vacíos i 9,500 a 10,500 cargados; son de 30 a 35 asientos cada uno. Pero no faltan tampoco servicios rurales, i entre ellos llama la atencion el servicio de los Alpes, los que se han establecido desde 1911 sirviendo 1,500 kilómetros de carreteras en esa rejion montañosa, con coches de 12 a 18 asientos. En jeneral en Francia las tarifas son de 0.10 francos por pasajero i por kilómetro; como los servicios pagan sus gastos, ya en 1912, es decir un año despues, la estadística apuntaba 321 líneas regulares de *autobuses-correos*, sirviendo 8,245 kilómetros de carreteras.

En Inglaterra, dejando a un lado los trasportes de Londres, que son los mas intensos, el servicio de autos no se encuentra mui desarrollado en las carreteras, por las condiciones especiales de los caminos ingleses, los que en sus dos ter-

ceras partes están Macadanizados, i el Macadan, como lo hemos visto, *no soporta bien el rodado de los autobuses*. Por ese motivo ántes de jeneralizarse ese servicio, ha sido necesario cambiar las calzadas en los caminos, colocando los *Tar-Macadan*, o sean los Macadan con ligantes betuminosos i sólo en donde se han operado las transformaciones han quedado carreteras aptas para reportar los servicios de automóviles i autobuses o tractores mecánicos, ya en 1912, *autobuses correos* servían 4,500 kilómetros de carreteras.

Si consideramos *el servicio de Lóndres* en 1912, se tienen 542 kilómetros de itinerarios, que eran servidos por 2,527 autobuses, de los cuales sólo 84 eran a vapor, todos los demas con motores de esencias. Los coches son de 34 asientos, 16 al interior i 18 en la imperial. El recorrido medio de cada coche es de 161 kilómetros por día, i la intensidad del tráfico llega hasta hacer circular 270 coches por hora en cada sentido de la ciudad.

La situación financiera de estas compañías es floreciente, porque el público de Lóndres, las prefiere a los tranvías, de tal manera que sus beneficios que eran ántes de 0.26 francos por kilómetro, en 1912 llegaron a 0.32 francos por kilómetro i por pasajero. Como despues de esa fecha, se han bajado los impuestos de las esencias, la situación de esas compañías ha mejorado. Los gastos de instalacion i amortizacion del capital, llegan a 0.47 francos por kilómetro miéntras que esos mismos gastos llegan a la suma de 0.72 francos por kilómetro para los tranvías eléctricos de Lóndres.

En Italia tambien se están jeneralizando las líneas regulares de autos, donde se han hecho combinaciones con el correo; i en esas líneas se han puesto coches de 18 a 24 asientos con motores de 15 a 40 HP i que pesan vacíos 2,000 a 4,000 kilogramos. Para establecer estos servicios, se estima, en jeneral, *que se debe ofrecer un asiento por cada 400 habitantes*. Los gastos de instalacion son, término medio, de 2,500 francos por coche i los de explotacion 1.20 francos por coche-kilométrico; por eso, en Italia tienen a la fecha, servidos 6,600

kilómetros de carreteras con líneas regulares de autobuses. Las subvenciones del Estado, por los acarreos de los balijas, etc., ascendieron a 5.650,00 francos en 1913.

Es evidente que, en muchos casos, el correo nuestro podría provocar la instalacion de los servicios de líneas regulares de autobuses, con beneficio, tanto para el público, como para el mismo correo. Si bien es cierto que la mayoría de nuestras carreteras necesitarian un arreglo prévio para evitar los fuertes gastos de conservacion de las llantas de los autobuses, no es ménos cierto que, dada la ganancia en el tiempo de los trasportes, no seria difícil conseguir de los Municipios que contribuyesen para mejorar las calzadas de esas carreteras i beneficiar así toda una zona dada. El Fisco puede dar, como sabemos, lo mismo que paga actualmente por sus servicios postales i estaria mejor servido, la reparticion de la correspondencia seria mas rápida.

§ III.—RED DE CAMINOS EN ESTADOS UNIDOS

23). El gran territorio de los Estados Unidos de Norte América (9.220.000 kilómetros cuadrados) no tenia hasta 1914, un servicio regular de carreteras: hace contraste en ese pais, el gran desarrollo ferroviario con el descuido de las redes carreteras que deben servirlos (i en eso nos parecemos un tanto nosotros con ellos). Sólo desde 1914 se ha producido un movimiento de opinion, para completar los elementos de trasportes que deben servir sus redes ferroviarias, con las carreteras que faciliten los acarreos hácia esas líneas.

No existen hasta ahora en Estados Unidos los *Caminos Nacionales*, es decir, construidos i conservados por el Gobierno Federal; i sólo como una escepcion últimamente, desde 1904 para adelante, se atiende con fondos federales el camino de circunvalacion del Parque Nacional de Yellowstone. Por lo tanto, no existen normas jenerales para los trazados, etc.,

de las carreteras i de ahí que los existentes, tengan una gran variedad de pendientes i de condiciones particulares, lo que hace bien difícil sus descripciones, puesto que todas las grandes carreteras han sido construidas por particulares para atender sus servicios, *i no los del público en jeneral*, los caracteres de los caminos obedecen naturalmente *a las condiciones de los servicios de los que los ejecutaron*.

Sólo en 1904 se estableció en Estados Unidos una «Oficina Jeneral de Caminos» i por eso, de los 3.460,000 kilómetros de carreteras que existen hasta 1915 sólo se encontraban *anotados* 61,000 en los registros de esa oficina i a los cuales se les ha *enripiado*, i 173,000 kilómetros con principios de enripiadura.

Pero el movimiento de opinion es tal, que para atender debidamente las exigencias de la agricultura, ya el Cobierno Federal se ha visto en la necesidad de dictar leyes i fijar las condiciones que deben llenar los diversos Gobiernos Provinciales, para hacer la *Red de Caminos uniforme* en toda la República: i se fijaron reglamentos jenerales que podemos resumir como sigue:

c) *Perfiles longitudinales i perfiles trasversales*.—La mayor parte de los caminos tienen perfiles longitudinales irregulares; siguen de cerca las desnivelaciones de los terrenos por donde pasan, i por eso, presentan constantemente gradientes i pendientes bastante acentuadas; de tal manera, que cuando las condiciones atmosféricas son desfavorables, la circulacion se hace casi imposible.

Habiéndose reconocido ese gran defecto en los trazados, lo primero que se ha tratado de atender es suavizar esas inclinaciones exajeradas, fijándose *como norma no pasar de 7%*, *i no admitir curvas menores de 15 metros de radio*.

Caminos del Estado

24). Se trata de formar una «Red de Caminos Jenerales» que sean construidos i conservados por el «Gobierno Federal», *por ser las carreteras indispensables para el buen servicio na-*

cional; esa red debe tener sus caminos con un ancho mínimo de 24 pies (7.32 m.) entre sus fosos.

Los *Caminos de comité* deben ser construidos i conservados por cada uno de los Estados o por «un comité de ciudadanos» (agregacion de comunas) que se encuentren interesadas; i estos caminos deben tener un ancho mínimo de 20 pies (6.10 m.) entre sus fosos.

Los «Caminos locales», deben ser construidos i conservados por las comunas o localidades que los necesitan, i deben tener un ancho mínimo de 16 pies (4.90 m.) entre sus fosos.

Se ha prescrito además, que todos estos caminos deben tener un bombeo en su perfil trasversal, i tanto mas fuerte mientras mas necesario sea asegurar el fácil escurrimiento de las aguas hácia los fosos, como pasa en los trozos de fuertes pendientes.

Fundaciones.—Las carreteras de los Estados Unidos con relacion a las fundaciones de sus afirmados, se clasifican como sigue:

a) *Caminos sin fundaciones artificiales*, en los cuales los enripiados que se han hecho para formar un revestimiento superior, o superficie de rodado, se han colocado directamente sobre los suelos mas o ménos perfilados dándoles el bombeo correspondiente, (algo ménos hacemos nosotros en nuestros caminos; sólo botamos el ripio, sin cuidarnos del bombeo ni de los fosos de la carretera).

Estas carreteras son, a la fecha, las mas numerosas en Estados Unidos i los ingenieros de la «Oficina Central de Caminos» no tienen ningún interes en estudiarlas, puesto que reconocen *que son del todo deficiente* para el servicio jeneral; por eso, se han limitado a pedir en ellas, que se cumplan las condiciones siguientes:

I. El subsuelo debe ser perfectamente saneado con un drenaje;

II. Todos los materiales de naturaleza orgánica i poco resistentes deben ser retirados cuidadosamente.

III. Antes de poner el revestimiento o enripiado superior, debe perfilarse cuidadosamente para que el afirmado tenga el perfil de bombeo que se necesita despues de haberse cilindrado cuidadosamente.

¿Qué diremos nosotros despues de esto, cuando vemos cómo se hacen tan sin órden ni método alguno, los pocos enripiados que se ponen en nuestros caminos? I que diremos aun, cuando despues de botado el ripio, *son las carretas del tráfico las que hacen el cilindrado.*

b) *Fundaciones con enrocados.*—Estas fundaciones llamadas constantemente en Estados Unidos fundaciones Telford corresponden a las fundaciones con piedras grandes de rio, buscando las aplanadas que nuestros empresarios llaman «galletas», las que se colocan en un cofre, despues de haber aplanado i perfilado el fondo convenientemente, dándole aun el bombeo del caso; esta capa de piedras grandes, que forma un grueso enlosado, tiene 0.15 a 0.20 de espesor, i se ejecuta colocando las piedras *a mano* para trabarlas, dirijiendo en jeneral, sus mayores dimensiones (hasta de 0.29 m.) en el sentido trasversal al eje del camino, colocándolas unas con otras a martillo, rellenándoles sus intersticios. Algunas veces se cilindrean estas fundaciones, que, como se sabe, están destinadas a hacer que esas piedras repartan bien las presiones sobre los suelos del cofre, i por lo tanto que deben ser tanto mas cuidadas, cuando esos suelos son más blandos.

Pero esta clase de fundaciones, los ingenieros americanos han reconocido *que no se puede emplear*, cuando el subsuelo es malo, o cuando los materiales para los enrocados son de mala calidad; en esos casos, casi prefieren las fundaciones sobre los suelos naturales, *pero despues de haber hecho un drenaje perfecto* i aumentando el espesor de la capa de los enripiados.

Se comprende que las fundaciones con enrocados sean de poco uso por los fuertes gastos de acarreo que exigen las

pedras grandes que forman la capa de trasmision de esfuerzos.

c) *Caminos con fundacion de hormigon.*—Las fundaciones con hormigones se usan en las calzadas enladrilladas o con Macadan; i el espesor de la capa de hormigon varia de 0.10 a 0.20 m., aunque la tendencia actual es de reducir ese espesor a un minimum.

La fundacion se coloca sobre los suelos debidamente bombeados en el fondo del cofre i aun saneado con un drenaje si es necesario, para que, despues de cilindrados, tengan la consistencia que se desea i en relacion con las presiones que va a transmitir la calzada. Los cilindrados de los suelos de estos cofres se ejecutan con cilindros de 10 toneladas de peso como un minimum.

Los hormigones que se usan son de tres clases:

Los de la *primera clase*, compuestos de una parte de cemento Portland, dos de arena, una de polvos de la chancadora i que provengan exclusivamente de la trituracion de las rocas mui duras, como granitos duros, doritas, etc., i, cuatro partes de piedrecillas. Todos estos elementos son medidos en cubos, cuyas dimensiones son fijadas cuidadosamente por los ingenieros residentes. Las piedrecillas para los hormigones de primera clase deben ser escojidas de materiales duros como los granitos, etc.

Los *hormigones de segunda clase* están compuestos de una parte de cemento Portland, por dos a dos i media de arenas o de polvos de las chancadoras; de cinco partes de piedrecillas, i sólo con la autorizacion del ingeniero residente, se reemplazan las piedrecillas por cascajos lavados i tamizados. Todos los volúmenes medidos en cubos cuyas dimensiones sean fijadas cuidadosamente por los ingenieros residentes.

Los *hormigones de tercera clase* se componen de una parte de cemento Portland, por tres partes de arena o polvos de chancadoras, i seis partes de piedrecillas.

El reparto del hormigon en las calzadas debe hacerse inmediatamente despues de fabricado, de manera que no se

demore mas de 30 minutos entre la fabricacion i su colocacion en el cofre de la calzada; despues se pisonea convenientemente o se cilindra con rodillos de mano hasta que las capas presenten una superficie uniforme, i las fundaciones se mantienen húmedas, regándolas durante algunos dias; i sólo despues que hayan hecho presa se coloca el revestimiento superior de la calzada.

Cuando en lugar del cilindrado se usa el *damaje mecánico*, que es el mas aconsejado i empleado actualmente, hai que cuidar que las mezclas tengan la menor cantidad de agua posible, puesto que la accion de los pisones es mas eficaz que la de los cilindros de 10 toneladas que es el peso mínimo que se exige para la compresion del hormigon hasta que una lijera humedad aparezca en la superficie. El cilindrado o pisoneadura debe efectuarse siempre ántes que el hormigon haya hecho presa i se cuida justamente que los rodillos no pisén las fundaciones despues de la pieza de los hormigones.

Sistemas de pavimentacion usados en Estados Unidos

25). Naturalmente, no vamos a describir la gran variedad de sistemas locales que se han usado en Estados Unidos, sino simplemente los que han sido sancionados por la práctica, i tenemos los siguientes:

a) *Los Macadan*, compuestos por lo ménos de dos capas de piedrecillas debidamente cilindradas, i que se ejecutan adoptándose a las reglas siguientes:

1) *Capa inferior* de piedrecillas colocada encima de la fundacion, la que se ha *saneado i cilindrado* convenientemente ántes de recibir la capa de piedrecillas compuesta de los productos de las chancadoras, desde el polvo hasta las piedrecillas número 4 inclusive, i esta mezcla es repartida sobre el suelo del cofre formando una capa uniforme que se cilindra fuertemente; el reparto de estos productos de las chancadoras debe hacerse de tal manera que no se separen los diversos elementos, i el cilindrado naturalmente con rodillos que

pesen 10 toneladas como *mínimum*; despues se rellenan los boches que se hayan formado i se repasa el cilindrado hasta que no deje huella.

Los productos de las chancadoras se clasifican en cuatro categorías haciéndolos pasar por cedazos cilindricos con mallas de diversas dimensiones i que presentan huecos de $\frac{5}{8}$ " (16 milímetros); $1 \frac{1}{4}$ " (32 milímetros); $2 \frac{1}{2}$ " (57 milímetros), i $3 \frac{1}{2}$ " (89 milímetros).

II) *La capa superior del Macadan*, se forma exclusivamente con piedras chancadas o cascajos de canteras hasta el número 3 inclusive i es repartida sobre la capa inferior con un espesor tal, que despues del cilindrado presente las dimensiones que hayan fijado los ingenieros (no menor de 10 centímetros) debiendo quedar con el bombeo adecuado con su superficie completamente pareja. El cilindrado se ejecuta bajo las mismas prescripciones que el de la capa inferior, haciendo pasar los cilindros de 10 toneladas hasta que no dejen huellas. La superficie se cubre despues con una capa de detritus de canteras que se reparte en seco i que se le hace penetrar con el regadío i el cilindrado hasta que ningun elemento se incorpre en el revestimiento; la calzada se riega en seguida hasta saturacion i los toneles del regadío son seguidos inmediatamente por los cilindros compresores.

La cantidad adicional de detritus o cascajos de canteras que se ponen se calcula de tal manera que el regadío i la recargadura, por efecto del cilindrado, formen una especie de mortero flúido que llene todos los intersticios de las piedras del Macadan i esa especie de mortero sea lanzada hácia adelante por las cuerdas de los cilindros. La calzada será recorrida por los cilindros hasta que los ingenieros residentes lo estimen necesario; porque, cuando el flujo de mortero de los productos de agregacion se ha producido regularmente sobre una seccion determinada, se les deja secar para entregar despues la calzada a la circulacion. La calzada será regada a fondo por lo ménos un mes despues de entregada al servicio cuando esté bien seca.

Después de estas operaciones, se reparten los cascajos de las chancadoras para formar el revestimiento *de desgaste* i por lo ménos de $\frac{3}{8}$ " (9 milímetros de espesor i este revestimiento *de desgaste* se renueva constantemente si es necesario, hasta la recepcion completa de los trabajos.

b) Las calzadas *adoquinadas*, son mui malas en los Estados Unidos; por eso no hai que ocuparse de ellas i sólo últimamente las han mejorado usando los adoquines artificiales, cuyas características ya las hemos descrito, i son esas las únicas que se pueden considerar que tienen ventajas sobre los Macadan, cuando hai tráficos pesados i de autos.

c) Las calzadas que se han jeneralizado mas en Estados Unidos después del Macadan *son los enladrillados*, colocando estos materiales sobre fundaciones de hormigon i mui raras veces se han utilizado como fundaciones de los enladrillados los antiguos Macadan perfilándolos dándoles el bombeo adecuado al enladrillado.

Los ladrillos deben tener *forma regular*, estar exentos de torceduras i con dimensiones uniformes para que se puedan trabar bien entre sí sin dejar juntas mui anchas.

Deben estar mui bien cocidos i vitrificados completamente en la superficie. Los ladrillos blandos, los quedradizos, los quemados hasta una profundidad de $\frac{1}{4}$ " (6.4 m/m.) *serán rechazados*. Todós los ladrillos deben presentar, por lo ménos, dos de sus caras bien parejas.

Los ladrillos tienen sus aristas redondeadas i el radio de estos redondeos no debe pasar de $\frac{3}{16}$ " (4.4 m/m.). Los ladrillos deben tener ásperas por lo ménos cuatro de sus caras verticales i que no tengan mas de $\frac{1}{2}$ " (12.7 m/m.) de ancho; la superficie total de estas asperezas no debe pasar de 3 pulgadas cuadradas (19.55 m/m. cuadrados) de manera que se puedan realizar entre los ladrillos, juntas de $\frac{1}{8}$ " a $\frac{1}{4}$ " (3 m/m. a 8.4 m/m.) i todos los ladrillos deben tener las dimensiones de los modelos aceptados i que son:

Para ladrillos de arcillas refractarias:

$$3'' \times 4'' \times 9'' = 7.6 \times 10.2 \times 22.9 \text{ cent.}$$

Los de esquitas arcillosas:

$$2\frac{1}{2}'' \times 4'' \times 8\frac{1}{2}'' = 6.3 \times 10.2 \times 21.6 \text{ cent.}$$

La tolerancia en las dimensiones es de $\frac{1}{2}''$ o sean 12.7 m/m. para el largo i el ancho i ni $\frac{1}{2}''$ o sean 3.2 m/m, para la altura.

Todos los ladrillos deben poder soportar las pruebas de desgastes i choques de la «National Brick Manufacturers Association» por consiguiente serán rechazados todos los ladrillos que pierdan 21 % al máximo de su peso, en el aparato de desgastes; o cuyo peso aumente de 3.5% en la absorcion.

En las rampas de 5 m/m. o mayores, si los ingenieros residentes lo estiman del caso, pueden exigir que se usen ladrillos especiales que tengan aun mayores resistencias.

Las juntas de los enladrillados deben ser rellenadas con un calado hecho con una mezcla de una parte de cemento Portland i una parte de arena fina. El cemento i la arena se mezclan en seco, en una caja de forma especial i de capacidad suficiente para dar despues a la mezcla la fluidez necesaria i se preparan por pequeñas porciones para que no queden sobrantes i se revuelven continuamente mientras se está trabajando.

Para *ejecutar los enladrillados* se procede como sigue: despues de puestas las fundaciones de hormigon, con el bombeo del caso, la que se deja secar por lo ménos durante 11 dias para que haga presa completa el hormigon, se reparte encima de ella una capa de arena seca de 1.5'' (38 m/m.) de espesor, la que es cilindrada por medio de rodillos a mano que pesan como 200 kilogramos, dándole a esta capa el bombeo de la calzada por medio de cerchas de madera. Se colocan despues los ladrillos de canto i perpendicularmente al eje de la calzada, esceptuando los puntos de intersecciones de dos calzadas, en donde las filas se colocan oblicuamente, siguiendo las pres-

cripciones de detalle que fijen los ingenieros residentes. Todas las juntas longitudinales de las diversas filas se encuentran trabadas, por lo ménos de medio ladrillo: i los ladrillos son colocados cuidadosamente a mano para que queden bien juntos i no se altere el perfil del bombeo de la capa de arena. Cuando ya hai varias hiladas bien colocadas i que han sido revisadas por el ingeniero residente, se procede a rellenar las juntas con las mezclas.

No se usan en los trabajos *mas que ladrillos enteros*, salvo autorizacion especial del ingeniero residente; i todas las juntas deben *ser apretadas i repasadas a satisfaccion*. Se quitan de la calzada, inmediatamente, todos los ladrillos que dejen superficies disparejas, reemplazándolos por otros de dimensiones adecuadas.

Los trabajos de colocacion i relleno de juntas, son continuos *i deben quedar finiquitados por hiladas completas*. Jeneralmente en Estados Unidos se hacen por secciones de 300 pies cuadrados por equipo, o sean 91.5 metros cuadrados.

Despues se barre cuidadosamente la calzada i se empareja por medio de un rodillo lijero, hasta que los ladrillos queden regularmente comprimidos i asentados en su lecho de arena. Todas las irregularidades que presenten las superficies, despues del cilindrado, son niveladas por el pisoneo con damas i con la interposicion de tablones de madera de 2" (0.05 m.) colocados paralelamente al eje de la calzada.

Siempre se dejan *juntas de dilatacion* entre dos trozos consecutivos, juntas que pueden tener hasta 1.5" de espesor (58 m/m.) para trozos de 16" (4.88 m.) de ancho, las que se aumentan proporcionalmente para trozos de mayores anchos. Estas juntas de componen *de una capa espesa de breas o asfaltos* que tengan su punto de fusion comprendido entre los 50 a 60 grados centígrados. Las asfaltos colados, son mui convenientes para esas juntas.

Revestimientos superficiales

27). En Estados Unidos ha estado muy en boga completar el Macadan *con conglomerados*, especialmente con un producto llamado *Gluthrin*, que es un residuo de las fábricas de celuloideas de madera. Este «Gluthrin» se coloca generalmente en las calzadas macadanizadas, cuando se va a efectuar el repaso o la recarga para completar los cilindrados. Se hace para ello una mezcla de tres partes de agua por una de «Gluthrin», y esta mezcla se reparte en la superficie de la calzada, con toneles regadores especiales, de manera que no se gasten más de *un cuarto de galon por yarda cuadrada* (1.32 litros por metro cuadrado). La primera aplicación se hace cuando el Macadan ya ha hecho de por sí una presa conveniente con el cilindrado con agua, pero cuando aun no se encuentra enteramente seco. Se hacen después otras tres aplicaciones idénticas, cuando el ingeniero residente las crea oportunas, y la cuarta debe hacerse después en un plazo que no exceda de tres meses.

También usan en Estados Unidos, como conglomerantes del Macadan, el *Betun H. O.*, que es un aceite pesado sacado de los asfaltos y que tiene las características siguientes:

a) No debe tener agua ni productos que se descompongan.
b) Los diversos hidrocarburos que lo constituyen deben formar una solución homogénea, que no tenga glóbulos ni elementos aglomerados.

c) La densidad a la temperatura de 77 grados F, o sean 25 centígrados, no será inferior a 14 grados Beaumé.

d) Su consistencia debe permitir una penetración de agua por lo menos de 30 milímetros en el ensayo de 30 segundos a la temperatura de 77 grados F, o 25 grados centígrados, por medio de la aguja Vicat núm. 2 cargada con 100 gramos.

e) Si se evapora dicha sustancia al aire libre, a una temperatura que no exceda de 500 grados F, o sean 260 grados centígrados, hasta producir una pérdida de 8 por ciento; la

resistencia del residuo debe ser tal, que la penetracion de la aguja en el mismo ensayo no debe ser superior a 10 milímetros.

f) 20 gramos de sustancias conglomerantes, mantenidos a una temperatura uniforme de 400 grados F, o sean 204 grados centígrados, durante cinco horas, la pérdida de peso no debe pasar de 8 por ciento. I el residuo, vuelto a la temperatura de 77 grados F, (25 centígrados), debe ser de apariencia casi sólida; pero no tan duro que el dedo no deje fácilmente su estampa. A la misma temperatura este residuo debe poder desarrollarse en un hilo delgado.

g) La sustancia será soluble a lo ménos en un 95 por ciento en el bisulfuro de carbono químicamente puro, a la temperatura ordinaria.

h) El tenor de carbon combinado debe encontrarse comprendido entre 6 a 12 por ciento.

i) El punto de inflamacion, al aire libre, no será inferior a 400 grados F, (204 centígrados).

j) El tenor de parafina no pasará de 47 por ciento.

La colocacion de este betun *H. O.* se efectúa de la manera siguiente:

En las calzadas bien secas i barridas, i aun lavadas i dejándolas secar sin circulacion, se reparte el betun por medio de herramientas adecuadas a la temperatura de 300 a 400 grados F, (149 a 204 centígrados) en la cantidad que prescribe el pliego de condiciones; pero *la temperatura del aire, al momento de operar, no debe ser inferior a 50 grados F, (10 centígrados)*. Inmediatamente despues de repartido el aceite, se pone en la calzada una capa de piedrecillas de $\frac{3}{4}$ " de espesor, o bien de cascotes o de arenas bien gruesas, cuidando que todos esos materiales se encuentren bien secos i bien limpios, es decir, completamente exentos de tierras i arcillas. Se cilindrea en seguida con rodillos mecánicos hasta que la superficie quede lisa i uniforme. Por último, la calzada se cubre con una capa de un cuarto de pulgada (6 milímetros) con cascajos de canteras i se entrega al tráfico.

26). Se usan tambien en Estados Unidos los *Macadan betuminosas*, pero todos los procedimientos usados en esa gran República los mismos ingenieros americanos están conformes en declarar que son inferiores al *Tar-Macadan* de los ingleses; por consiguiente, es inoficioso describirlos.

Pesos de los vehículos i dimensiones de sus llantas

27). Pero todos los ingenieros americanos, desde que se han preocupado de mejorar sus carreteras, vieron *que todo era inútil, si no se reglamentaban los pesos de los vehículos que deben circular en ellas.*

Hecho que, hasta ahora, *no ha podido* ser tomado en cuenta por ninguno de los Municipios chilenos, ni por la Direccion Jeneral de Obras Públicas, ni por ninguna de nuestras autoridades administrativas. Miétras tanto en Estados Unidos todos los Estados se preocuparon inmediatamente de esas Reglamentaciones, *para adoptarlas a sus calzadas* i a los elementos de que disponian para efectuar sus afirmados; i de ahí, *que no exista una reglamentacion jeneral*, sino una série de reglamentos locales, de los que sólo citaremos los mejor estudiados, i así tenemos:

En Indiana:

Para ruedas cargadas con 1,150 kilogramos, se piden llantas de 75 milímetros.

Para ruedas cargadas con 1,350 kilogramos, se piden llantas de 100 milímetros.

Para ruedas cargadas con 1,750 kilogramos se piden llantas de 125 milímetros.

No se admiten cargas superiores a 1,750 kilogramos por rueda, aun aumentando los diámetros.

En Maine.

Los vehículos arrastrados por dos o ménos caballos, deben tener llantas de 100 milímetros como minimum.

Los vehículos arrastrados por mas de cuatro caballos, deben tener llantas de 125 milímetros.

Como se ve, en esta reglamentacion se ha procedido de manera que cualquier ajente de policia pueda denunciar un vehiculo que falta al reglamento, por cuanto ella está basado despues de hacer los cálculos de traccion, sobre un hecho que puede controlar cualquier transeunte, como es el número de caballos que arrastran el vehiculo, i no sobre el peso por rueda, que no se puede controlar sino con romanas adecuadas.

En Massachusetts:

El reglamento manda que el *ancho de las llantas sea igual a 1.5 veces el diámetro del eje*, con el minimum de carga, no pudiendo pasar de 100 milímetros.

Como se ve, en el Estado de Massachusetts los vehiculos deben ser siempre livianos, puesto que *no pueden tener ejes gruesos*. Estando fijo el máximo de ancho de llanta en 100 milímetros, los ejes no pueden tener mas de 66 milímetros de diámetro.

En New Hampshire se tiene que:

Para cargas de 1,800 a 3,600 kilogramos, llantas de 100 milímetros.

Para cargas de 3,600 a 5,400 kilogramos, llantas de 125 milímetros.

Para las demas un máximo de 150 milímetros.

Reglamento que parece insuficiente para el resguardo de las calzadas.

En la Carolina del Norte el reglamento manda que el ancho de las llantas de los vehiculos sea igual a $(n + 1) \times 25$ milímetros, siendo n el número de caballos necesarios para el arrastre. Así tenemos que un vehiculo de tres caballos debe tener llantas de $(3 + 1) \times 25 = 100$ milímetros, i los de cuatro caballos $(4 + 1) \times 25 = 125$ milímetros.

Esta reglamentacion del Estado de Carolina del Norte, creo que calza bien con el estado jeneral de las calzadas de nuestras poblaciones i por consiguiente seria de recomendar su uso en Chile.

§ V.—LUCHA CONTRA EL POLVO

Alquitranados

29). Siempre que el Macadan ha dominado como revestimiento en las carreteras i sobre todo en las calles de las ciudades, todos los ingenieros ocupados de su conservacion se han preocupado, desde tiempo atras, en tomar medidas adecuadas para corregir su principal defecto, que es el ser mui sucio, por el polvo que da en verano i los barros en invierno. Para dar una idea de este hecho, bastará citar lo que pasaba en Lóndres cuando se usaba en sus calles el Macadan primitivo, sin conglomerantes. Sir Arthur Arnold, dice que en ciertas calles de Lóndres en 1841, la cantidad de barros i polvos que habia que recojer al dia, llegaba a *cuatro toneladas por milla*; i que la cifra de 2,500 kilogramos por kilómetro i por dia, es poco mas que lo corriente; por lo tanto, estima Sir Arnold en 1841, que cuando una calzada exijia para su conservacion, que se sacasen en polvos o en barros mas de 2,500 kilogramos por kilómetro, eso manifestaba la mala calidad de los materiales con que se habian confeccionado los Macadan.

Era lójico, como lo manifiestan las cifras anteriores, que se buscasen procedimientos adecuados para quitar ese defecto a los Macadan i de ahí vino el uso de *los alquitranes para hacer impermeables las superficies de rodados i conglomerar un tanto los cascajos*.

El *alquitranado superficial* de las calzadas es una operacion que consiste en esparcir sobre su superficie, una capa delgada i uniforme de alquitran para preservarla de las desagregaciones i evitar así la formacion del polvo i del barro.

Está demostrado, ademas, que al esparcir el alquitran *debe hacerse cuidando que las superficies de las calzadas estén bien secas i barridas a lo vivo* i que el aparato que distribuya el alquitran debe hacerlo con mucha regularidad.

El alquitran colocado así sobre la calzada penetra en la masa por capilaridad i un poco por difusion, por cuanto la masa de la calzada es bien difícil que esté perfectamente seca. El alquitran, a medida que se reparte sobre la superficie, va penetrando en la masa poco a poco en un espesor de unos cuantos milímetros, hasta que la parte superficial se coagula, se seca poco a poco i queda, como dicen los especialistas, *anclada* en la masa de las piedrecillas por su adherencia, que es tanto mayor mientras mejor ha sido su penetracion en la calzada. La capa de alquitran que *queda en la superficie i que se seca, no tiene ninguna utilidad*; se divide se pulveriza, le cambia el color a la calzada, i si no corrije e polvo, *como pasa cuando se emplean malos alquitranes, ese polvo es dañino para la vista*. Luego, es indispensable *prohibir* el uso de los malos alquitranes en estas operaciones.

La *penetracion* de los alquitranes en las calzadas Macadanzadas, para que corrijan sus defectos, no debe ser mas o ménos de 40 milímetros, estimándose que es inútil procurar mayor penetracion. Además, los alquitranes deben ser flúidos i tener la menor cantidad de agua que sea posible. Los alquitranes se colocan en las calzadas *en frío o en caliente*:

a) *Alquitranadura en frío*.—Después de seca i barrida la calzada, se reparte el alquitran en frío lo mejor que se puede por la superficie; pero, en jeneral, se encontrará que hai poca homogeneidad en la capa, i el alquitran forma con la masa pelotones mas o ménos ricos en naftalina, dando así al conjunto diversos grados de viscosidad. Cuando los toneles repartidores del alquitran lo hacen por una serie de agujeros pequeños, se ve inmediatamente que todos ellos tienen diversos escurrimientos i aun que en algunos se interrumpe por completo la salida. El alquitran frío es viscoso i llega al suelo, que conserva aun cierta cantidad de polvo i se apelotona i forma una capa que se reparte mal sobre la superficie de la calzada; i aunque ella pueda resistir durante algun tiempo, la circulacion concluye siempre por rasgarse i dete-

riorarse. Por eso, no se usa este procedimiento i son mui preferibles las alquitranaduras en caliente.

b) *Alquitranaduras en caliente.*—En las calzadas Macadanzadas, la incorporacion del alquitran repartido en caliente puede hacerse por capilaridad haciendo que el líquido vaya bastante flúido, es decir mezclando los alquitranes con aceites pesados. Este procedimiento es el que, hasta la fecha, ha dado los mejores resultados cuando se emplea de una manera concienzuda i sobre todo cuando se reparte *estando la calzada bien seca i bien barrida i no mui fría*, es decir, no operar en dias de heladas, etc.

La calentadura de los alquitranes a fuego desnudo es mui delicada, por cuanto cerca de los 80 grados centígrados se desprenden vapores amoniacaes i el alquitran se pone espumoso i *se sube* i aun se prende i arde si llegan los vapores a estar en contacto con el fuego.

Con el alquitranado en caliente se consiguen mui buenas penetraciones, corrientemente de 3 centímetros, llegándose hasta 5 centímetros i haciendo que la calzada quede impermeable al agua.

En Francia cuesta la operacion mas o ménos entre 0.10 a 0.15 francos el metro cuadrado i en las partes de circulacion intensa se aconseja alquitranar todos los años i en las otras cada dos años.

De las esperiencias hechas en Alemania, en las calzadas con alquitranado superficial, o bien con los riegos con aguas alquinatradas, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

a) El riego con aguas con soluciones, no conviene para las calzadas con asfaltos ni para los adoquinados por la dureza de la superficie; pero el alquitranado superficial, en la mayor parte de las ciudades, ha hecho realizar economías de conservacion en las calzadas, por cuanto con ello las calles han exijido ménos barridos i ménos regadío para mantenerse en buen estado.

Si contemplamos los resultados obtenidos en Francia, veremos que Mr. Gavrain, despues de describir los numerosos

ensayos hechos, sobre todo para proteger los empedrados i los Macadan, contra los automóviles dice que este procedimiento *debe figurar entre los métodos de la conservacion corriente de las calzadas*. En los otros pavimentos, siempre el alquitranado da buenos resultados, sobre todo en invierno. Hai que tomar en cuenta que las emulsiones alquitranadas del tipo Westrumite, su proteccion es corta i por consiguiente que, para atender bien los caminos con ellas, hai que repetir los riegos. Los riegos con aguas con cloruro de calcio i cloruro de magnesio son tambien buenos preventivos contra el polvo: pero, por sus precios, no pueden ser usados sino en casos especiales.

Las experiencias hechas en Francia durante mas de 10 años, publicadas en 1911, hacen que Mr. Gugleminetti, declare que debe reconocer que el alquitranado de las calzadas Macadanizadas tiene por efecto, *el disminuir los desgates*, i por consiguiente, el aumento del tiempo en que ellas se mantienen en buen estado, de donde resulta una sensible disminucion en los gastos de conservacion i de limpia. Las cifras naturalmente son mui variables, segun las localidades i la intensidad de la circulacion; de modo que, en una misma calzada, son variables de un año a otro, segun la circulacion que hayan soportado. Como ejemplo sólo citaremos las cifras referentes a las alquitranaduras de la Avenida del Bosque de Boulogne, que es de tráfico intenso. Despues de una gruesa reparacion para dejar *su Macadan como nuevo* en 1906, la Avenida fué alquitranada en Mayo de 1907. Hai que advertir que, dado el tráfico de esa carretera, *las gruesas reparaciones a nuevo*, eran necesarias cada tres años; despues de usado el alquitran en 1907, hasta 1911 no necesitó reparaciones de importancia.

Antes de usar el alquitran, los gastos de las reparaciones por metro cuadrado eran, término medio, 2.10 francos, teniendo que hacerse las *gruesas reparaciones cada tres años*, escepcionalmente cada cinco años. Despues del alquitranado, el término medio de los gastos de conservacion al año, fué

de 1.52 francos por metro cuadrado, lo que dejó una economía de 0.58 francos por metro cuadrado i por año, o sea como un 25 % sobre las partidas de recargas del Macadan, haciendo abstraccion de la disminucion de los gastos de aseo.

La Avenida del Bosque de Boloña no fué alquitranada mas que una vez en 1907 i dos veces al año desde 1908, en primavera i en otoño, dando con ello excelentes resultados.

Solamente hai que llamar la atencion sobre los árboles; el alquitran tiene influencias nocivas sobre algunas plantaciones i, por consiguiente, en estos casos hai que buscar sólo las especies que sean insensibles a la evaporacion de los hidro-carbuos.

Uso de las cales

30). Donde los alquitranes son caros, se ha tratado de quitar el polvo i los barros en las calzadas Macadanizadas, pulverizando en ellas cal hidráulica diluida, con la dosis de un kilogramo por metro cuadrado. Esta cantidad de cal repartida al tamiz, basta para aglomerar los granos de polvos formando una masa que los une con las piedras; despues con la accion del agua forma una especie de enlucido impermeable que colmata las juntas del empedrado i detiene las desagregaciones de los Macadan. La consolidacion de la capa superficial disminuye los desgastes i por consiguiente favorece la conservacion.

El precio de estas pulverizaciones llega en Francia a tres céntimos por metro cuadrado, no contando con la obra de mano de los camineros tamizadores, pero en la mayoría de los casos este procedimiento será mas económico que las alquitranaduras i que los riegos con sales delicuecentes.

Para hacer desaparecer el polvo durante el verano, en Francia, basta una sola aplicacion por año, al principio de la estación; pero todos están de acuerdo en que una segunda aplicacion, no sólo quita el polvo durante el invierno, sino que reduce sensiblemente los desgastes de las calzadas i por

consiguiente sus gastos de conservacion. Con el uso de la pulverizacion de cales hidráulicas en las calzadas Macadanizadas, se forman unas especies de conglomerados que impiden la desagregacion del Macadan, i por consiguiente, la formacion de baches i polvos; las superficies de rodado toman mas consistencia, como si se formasen masas de albañilería. El procedimiento anterior ha sido experimentado en Francia desde 1904 i por consiguiente se le considera como uno de los métodos adecuados para la lucha contra el polvo en las calles i caminos, que es ménos costoso que los alquitranados cuando estas materias betuminosas son caras como pasa entre nosotros; la cuestion para Chile, seria el estudio de las dósís de cales que hai que pulverizar por metro cuadrado de calzada, por cuanto no hai duda que, dado nuestro clima, serán siempre convenientes las dos pulverizaciones al año.

Riegos con Westrumite

31). Dado el costo i dificultades de las alquitranaduras de las calles *en caliente*, dado el clima de Inglaterra, era natural que se tratase de buscar un procedimiento que pudiese *usarse en frio*, sin los inconvenientes que hemos apuntado de la dificultad del reparto de esas materias betuminosas que se aglomeran fácilmente con los detritus de las calzadas por su viscosidad i no penetran en la masa, para perderse luego con el tráfico, como pasa con las alquitranaduras en frio.

Los ingenieros ingleses fueron los primeros que salvaron este inconveniente, *disolviendo los alquitranes en agua*; pero, como esos cuerpos grasos i los aceites vejetales o minerales que ellas contienen, no son solubles en el agua pura, se facilitó la solubilidad por medio de la jabonificacion amoniaca. El agua, jabonificada, en estos casos, es el vehículo que lleva el alquitran a los intersticios de las piedras, de las arenas o de los cascajos de las calzadas, de manera que los productos grasos, penetrándola, forman, por decirlo así, parte integrante de su masa.

Las calzadas toman así un tinte amarillento, que no es desagradable a la vista, i quedan con una superficie lisa sin ser resbaladiza. El olor a alquitran i del amoníaco, es penetrante, pero desaparece en dos o tres dias. Esta disolucion de alquitran en agua con jabon amoniacal, es la que llaman en Inglaterra «Westrumite», i con la cual quitan la tierra i los barros de todas las carreteras, dando en ellas *los riegos que el tráfico exija*, los cuales, por intensos que sean, no son mas de *cuatro series* por año; en la jeneralidad de las carreteras i de las calles, bastan *dos series* anuales.

Los ingleses suspenden toda operacion de riego con «Westrumite» cuando llueve i la calzada está mui mojada; por consiguiente, no se reanudan sino algunas horas despues que ha llovido o que se ha lavado a toda agua la carretera. Las sustancias volátiles que se han disuelto en el agua, se evaporan cuando se seca la calzada i de ahí el olor de los dos primeros dias, de modo que sólo quedan entre las junturas de los cascajos, etc., los resíduos insolubles en agua a medida que se va vaporizando el amoníaco, i por eso, *no pueden ser lavados despues por las lluvias venideras*.

Las calzadas se preparan con *series de cuatro riegos sucesivos* para hacer que los alquitranes penetren bien en la masa del Macadan i como se cuenta con un litro de «*agua-westrumite*» por metro cuadrado i por riego, se tiene a 300 francos la tonelada de agua preparada, lo que da en Lóndres 9 céntimos de franco por metro cuadrado.

La crítica que se hace a este sistema es que el efecto de proteccion de una *serie de cuatro riegos*, en las calzadas de mucho tráfico, no dura mas de *dos meses*; pero, como es tan barato, puesto que solamente *la primera serie* se hace con mezcla de 10% i todas las siguientes con mezclas de 5% i aun con 2%, bastando en muchas un solo riego, cada dos meses, despues de la primera serie, riego que no cuesta 3 céntimos el metro cuadrado, resultará que, en la mayoría de los casos, aun con todas sus subjecciones, *es mas económico que los atquitranados en caliente*; con tanta mayor razon en

climas como el de Inglaterra, constantemente húmedos, donde casi no se pueden trabajar los alquitranados en caliente.

Todos están de acuerdo que, para que el «Westrumite» dé buenos resultados, es necesario usarlo con constancia, como se usa en Inglaterra. Su efecto se pierde, si deja abandonada la calzada, cuando se nota que el uso ya ha arrastrado el alquitran que se había hecho penetrar en ella.

Uso del Oleite

32). Los señores Baltharat i Tirsch obtuvieron resultados mui satisfactorios en los caminos reales i en los boulevares de las grandes ciudades de Béljica, por medio de la «*Emulsion de Oleite*». El procedimiento de la alquitranadura ya hemos visto que es engorroso para sus aplicaciones en caliente en los climas húmedos, i tienen un costo mas o ménos elevado donde los alquitranes no son baratos. De ahí nació la idea realizada en Inglaterra, del uso de los riegos con sustancias betuminosas disueltas en el agua i, naturalmente, para esta clase de trabajos se pidieron que llenasen las condiciones siguientes:

I) Que las materias primas con que se han de hacer los riegos sean baratas;

II) Deben poderse repartir en el suelo, sin interrumpir la circulacion de las calzadas, i en todo tiempo, salvo evidentemente los dias de lluvias;

III) El procedimiento debe permitir usar todo el material que se usa corrientemente en los riegos de las vías públicas, sin exigir modificaciones;

IV) La obra de mano no debe ser mas costosa, o poco superior, a la que exigen los riegos de agua; i

V) La supresion del polvo debe obtenerse con un precio bien poco superior al de los riegos con agua.

Los ingleses han llenado, se puede decir, el programa con el «Westrumite» i, últimamente, los ingenieros belgas declaran que ellos se encuentran mas satisfechos con la «*Emulsion*

de Oleite. La «Emulsion de Oleite» es un producto análogo a la «Westrumite», la que, como lo hemos visto, no exige aparatos especiales para hacer los riegos, ni exige obra de mano excepcional. Pero, los belgas, declaran que prefieren la «Emulsion de Oleite», porque es mui homogénea: es una emulsion perfecta, compuesta de varios aceites, la que forma, con el agua, una *lechada de composicion uniforme*, que no hai que estar revolviéndola durante el regadío, teniendo en eso cierta ventaja sobre la «Westrumite».

Para hacer los riegos con la «Emulsion de Oleite» se echa en los toneles corrientes la cantidad de «Oleite» que se crea necesaria, i se llena el tonel con agua, procediéndose inmediatamente a regar. Como se ve, no hai ninguna manipulacion. La «Oleite» es una emulsion *mui estable*, gracias a su procedimiento de fabricacion, que lleva los aceites a un estado de division que no se habia conseguido ántes, i por eso su mezcla con el agua es completa.

La accion sobre el suelo, de la mezcla acuosa de «Oleite» es tambien persistente, porque penetra en él sin que se separen sus elementos, i forma así, con las tierras i los polvos que humedece, *una magna que los hace pegajosos*. El excedente de agua se vaporiza poco a poco; pero los aceites quedan englobando los polvos, retardando así, durante bastante tiempo, el que ellos se sequen. Como los polvos mui finos quedan conglomerados, formando materias casi análogas a las arenas, no se levantan mas que algunos centímetros al paso de los automóviles con gran velocidad i, por consiguiente, se evita así la formacion de las nubes de polvo, que son tan desagradables.

Pero, la ventaja capital de la «Oleite» es *la consolidacion progresiva* del Macadan de las carreteras i de las avenidas macadanizadas. Esta consolidacion se produce, sobre todo, *despues de las recargas*, cuando la parte superficial se encuentra triturada por los rodillos compresores i el tráfico; pero estando aun bastante porosas para que penetren bien los riegos. Los aceites *no volátiles* forman entónces, con los mate-

riales pulverizados, una masa, que se pone compacta con el rodado de los vehículos, i que constituye una especie de *asfalto* o pudinga oleajinosa.

En resúmen, las ventajas del «Oleite» sobre sus similares, son:

a) Ser mas barata que los otros productos que se usan hasta ahora para quitar los polvos i barro de las carreteras;

b) Utilizacion de los elementos corrientes que se tienen para los riegos de las calzadas usando el agua sola.

c) Consolidacion bien hecha de los Macadan, dejándolos ménos terrosos i de mas fácil conservacion.

La «Oleite», ademas, es un producto sano i que da ménos olores que los alquitranes en las calzadas.

Manera de usar la «Oleite»

33). Para el riego de pequeñas superficies, en las vecindades de las casas de habitacion, de las quintas en suburbios, para evitarse el polvo de los caminos, etc., se utilizan las regaderas corrientes a mano, haciendo las mezclas de agua-oleite en un tonel o recipiente especial; para que quede homogénea se revuelve un poco con un palo.

Para el riego de los caminos se usan los aparatos que tienen corrientemente los Municipios, introduciendo las cantidades de «oleite» primero en los toneles regadores i despues el agua, así las mezclas se efectuan sin ninguna manipulacion. Sólo cuando el agua se introduce en los toneles, sin ninguna presion, convendrá revolver la mezcla removiéndola algun tiempo con un palo para hacerla homogénea.

Los primeros riegos se hacen cuando el suelo que se quiere impregnar está bien seco hasta alguna profundidad, porque es necesario que esos primeros riegos penetren en los suelos lo mas que se pueda. Cuando los suelos estan bien secos, sólo superficialmente, la humedad del sub-suelo entorpece la penetracion del «oleite» i por consiguiente, sus efectos para contrarrestar el polvo son menores. Como el problema no es

corregir el polvo momentáneamente, sino tambien impedirlo para mas tarde, es necesario, como se ve, preocuparse *del estado de sequedad* del Macadan, porque de esa circunstancia, dependen los resultados que se tengan con los riegos de «oleite».

Si los caminos se encuentran con capas mui gruesas de polvo, como es el caso corriente de nuestros caminos, cuando no hai medios para quitarlo, se hará un primer riego lijero con agua, para humedecer el suelo, pero, *sin formar barro*s, i despues se regará inmediatamente con la «oleite». La cantidad de mezcla que se reparte por metro cuadrado varía naturalmente con la cantidad de polvos existente en las calzadas: pero, en jeneral, *cada riego* exige 0,750 litros por metro cuadrado, cantidad que se reparte mitad en el riego de ida i la otra mitad en el de vuelta de los toneles regadores. De esa manera, el suelo, en cada pasada, recibe 0,375 litros de «oleite» la que tendrá tiempo de penetrar ántes que venga la segunda pasada; evitándose así, que el agua con «oleite» corra por la superficie i vaya a las cunetas a perderse. El procedimiento anterior es el mejor para estar seguros que los 0,750 litros de «oleite» se han repartido uniformemente i han penetrado en el suelo.

El primer riego se hace con una mezc'a al 10%: es decir que a 100 kilógramos de «oleite» se le agregan 900 de agua, i si el camino es mui terroso, se usa hasta el 15%. Si el tiempo es bueno i seco, i la penetracion ha sido bien pronunciada, se hará un segundo riego con 10% al dia siguiente; pero si el suelo se ha mantenido húmedo se esperará al dia subsiguiente despues del primer riego. *El tercer riego* se hará igualmente, con uno o dos dias de intervalo, i con mezcla solamente de 5%. I *el cuarto riego*, con tres dias de intervalo i con mezcla de 4% de «oleite».

Despues se continúa con algunos riegos mas, con intervalos de 4 a 5 dias, pero con mezclas de 2%.

El rodado ayuda a los suelos a afirmarse despues de los riegos, la calzada se pone compacta, i los riegos lijeros que se hacen despues, de cuando en cuando, sirven principalmente

para abatir el polvo que puede ser arrastrado de los terrenos adyacentes i que han caído sobre las calzadas.

A mas de esto, como es natural, se presentan casos especiales i todos ellos se encuentran consultados en las instrucciones jenerales que se han publicado *in extenso*, por la Administracion Belga.

Esperiencias hechas con el «Oleite»

34). I. Por cuenta del Estado Belga, se hicieron riegos con «oleite» sobre el Macadan de la Avenu de Terweren, sobre una superficie de 1,350 metros cuadrados, colocando 50 litros de «oleite» mezclados con 900 litros de agua, en los toneles, teniéndose así una mezcla al 5.55 %, el 27 de Mayo de 1907; despues se suspendieron los riegos hasta el 11 de Junio; en este período, durante los primeros días, los polvos se habian puesto pesados, es decir, ellos no se levantaban mas de 0.10 metros sobre el suelo: el aire quedó impregnado de un lijero olor a ácido fénico, pero mui débil para que fuese molesto.

El efecto del primer riego disminuyó progresivamente hasta el 11 de Junio fecha en que se hizo el *segundo riego*, en las mismas condiciones que el primero, es decir con mezcla con 5.55 % de «oleite».

El *cuarto riego*, se hizo el 17 de Junio, con 20 litros de «oleite» o sea con una mezcla de 2.22 % i el *quinto riego* se hizo el 24 del mismo mes, con 30 litros de «oleite», o sea con mezcla de 3.33 % i el *sesto riego* el 28 del mismo mes con 20 litros.

En el mes de Julio, se hicieron riegos los días 5, 8, 13, 16 i 22 usando mezclas de 3.33 %. Durante el tiempo de los ensayos se *suspendieron todos los riegos ordinarios*, i se constató que apesar de eso, *no se levantaban polvos* con los vehículos corrientes, i sólo de 10 centímetros con el paso de los automóviles cuando lo hacian con gran velocidad. Hai que notar, para comparar la eficacia de la «oleite», que cuando se hacian los riegos *sólo con agua*, era necesario un número *tres veces mayor* para mantener la calzada con poco polvo; por consi-

guiente, que el uso de la «oleite» disminuye sensiblemente los gastos de la conservacion del camino i disminuye el polvo.

II. El segundo ensayo del «oleite» se hizo en el verano de 1908 en la Avenida Terweren, entre la Square-Eliptique i el puente Woluwe, en una superficie de 10,000 metros cuadrados haciendo los riegos con mezcla con una proporcion de 5 partes de «oleite» por 95 partes de agua. Se hicieron cuatro riegos, necesitándose para ellos 57,000 litros de agua por 3,000 de «oleite», 42 horas de servicios de los toneles regadores i 42 horas de un obrero corriente. Luego los gastos fueron los siguientes:

	Francos
3,000 litros de «oleite».....	555.00
57,000 litros de agua.....	5.70
42 horas del tonel regador.....	42.00
42 de un operario.....	12.60
Total.....	615.30

Para cuatro riegos, sobre una superficie de 40,000 metros cuadrados, de donde el costo por metro cuadrado resultó de *un céntimo i medio* por riego i por metro cuadrado. Los ensayos permitieron afirmar que durante el tiempo seco, tres riegos sobre 4 pueden suprimirse sin inconveniente, i que el Macadan queda ademas consolidado, lo que no pasa con los riegos de agua sola.

(Continuará).