

PAYIMENTACION DE ASFALTO COMPRIMIDO

1. Si se atiende a la influencia tan considerable que tiene la pavimentacion sobre la actividad comercial i el saneamiento de las poblaciones, se encontrará mas que justificado que el eminente ingeniero Stevenson Towle, del departamento de Obras Públicas, de Nueva York, haya dicho: *«Un buen pavimento es el tráfico, es dinero, es beneficio i es salud. La naturaleza i el estado de conservacion del pavimento son un criterio seguro para juzgar del confort i del mérito de una ciudad.»* *

Hai, pues, sobrados motivos para aplaudir a nuestros cuerpos administrativos cuando emprenden el mejoramiento de nuestras detestables calzadas.

Sin duda alguna, la adopcion del pavimento de asfalto comprimido, que empieza a ejecutarse en Santiago, marca un progreso enorme, como que hoi ese revestimiento es el que mejores resultados ha dado i cuyo uso se estiende con mayor rapidez en las ciudades dignas de tomarse como modelo.

Como se sabe, en los trabajos de pavimentacion por medio del asfalto comprimido, este material es empleado ordinariamente en Europa bajo la forma de un polvo suficientemente fino, que tiene el aspecto de chocolate, i que proviene, en estado natural, de la tituracion de rocas calcáreas impregnadas por un fenómeno jeológico con una sustancia betuminosa. Artificialmente, la industria prepara tambien ese polvo aglomerando materia inerte con el betun asfáltico que se encuentra en abundancia, i sin mezcla de calcárea, en la isla de la Trinidad, en Venezuela, en California, etc.

El polvo asfáltico posee la propiedad importantísima, que es la base de su aplicacion como revestimiento de calzada, que sus partículas vuelven a soldarse entre sí cuando se las calienta i comprime, constituyendo despues de enfiadas un monolito.

Así, pues, una calzada de asfalto comprimido queda constituida por una fundacion o lecho resistente, por lo jeneral hecho de hormigon, sobre el cual se vierte el polvo asfáltico caliente, el que por compresion forma una costra compacta relativamente delgada i de mui escasa resistencia por sí misma, si llegase a faltarle en un punto el apoyo en que descansa.

Como se verá mas adelante, los pavimentos así formados tienen positivas ventajas; pero su construccion i conservacion requieren gran cuidado i prolijidad, circunstancias que aconsejan hacer un estudio atento de él, ántes de adoptarlo en grande escala i de establecer el pliego de cláusulas i condiciones a que debe subordinarse su ejecucion.

* Engineering Magazine, Oct. 1896.

Deseando contribuir, siquiera sea en nuestra modestísima medida, a ese estudio de tanta importancia, sobre todo en estos momentos i en nuestro país, en donde tanto queda por hacer en materia de pavimentacion i de caminos, hemos ordenado unas cuantas notas personales completándolas con las que hemos podido recoger en algunos libros i monografías concernientes a esa cuestion.

2. La pavimentacion de las calles tiene dos objetos principales: facilitar la circulacion i proteger el subsuelo de la infeccion que produciría la descomposicion de los detritus orgánicos inherentes a ese tráfico.

En este sentido, desde el punto de vista del saneamiento o higiene de las ciudades, es obvio que una calzada no solo debe ser lo mas impermeable posible, sino que es necesario que las lluvias no la conviertan en un lodazal, ni que se orijinen nubes de polvo con las sequías.

El ruido i las vibraciones producidos por la circulacion, es causa de serias molestias para el público, principalmente cuando se trata de ciertos establecimientos como cámaras, escuelas, bibliotecas, hospitales, etc.

De aquí, que una buena pavimentacion debe ser de poca sonoridad i no favorecer las trepidaciones.

En resumen, podemos decir que para hacer la eleccion de un sistema de pavimento deben tomarse cuidadosamente en cuenta factores mui diversos. Así, dejando de lado las condiciones climatéricas i los hábitos locales, que son, sin embargo, mui importantes, debe hacerse el estudio comparativo considerando por lo ménos.

A) Los gastos de construccion i conservacion.

B) Las ventajas ofrecidas al tráfico.

C) Las cualidades hijiénicas.

D) Las comodidades para el público.

3. *Gastos de construccion i conservacion.* — Respecto a estos gastos no se puede deducir gran cosa de las cifras que corresponden a las ciudades de Europa o de Estados Unidos, puesto que esos valores no tienen nada de absoluto ni de jenerales, variando de una ciudad a otra de un mismo país, i aun dentro de una misma ciudad, segun las condiciones de vida que le son propias.

Como meros datos ilustrativos hemos anotado los siguientes promedios:

| EN PARIS | COSTO EN FRANCOS POR M. ² | |
|--|--------------------------------------|--------------------|
| | DE CONSTRUCCION | CONSERVACION ANUAL |
| Pavimento de grès de l'Ivette sobre arena..... | 16.30 | 0.80 |
| Id. de cuarcita del Oeste sobre id..... | 18.50 | 1.10 |
| Id. de id. id. sobre hormigon..... | 22.50 | 1.25 |
| Id. de id. madera..... | 18.30 | 1.50 |
| Id. de asfalto comprimido..... | 15.30 | 1.35 |

Segun M. Petsche, ántes de 1894 la ciudad de Paris pagaba a los contratistas por la conservacion de las calzadas en asfalto, cualquiera que fuese la intensidad del tráfico, fr. 2 20 por metro cuadrado anual i agregando los gastos de limpieza que variaban, como para la madera, de 0,75 a 0,95, el gasto era mas elevado para el asfalto que para la madera. Por eso, hasta la fecha indicada, se dió la preferencia a esta última. Posteriormente el precio de conservacion del asfalto ha disminuido, haciéndose mas económico que la madera.

En *Londres*, en el centro, donde el tráfico es mas intenso, se prefiere el asfalto i en las comunas no tan centrales la primacia la tiene la madera. Para la madera creosotada del norte, sobre hormigon, los costos por metro cuadrado, para la construccion i la conservacion anual, son respectivamente de fr. 21 i de fr. 1,10

Pero esa madera no duraba sino de 5 a 7 años en las calles de tráfico intenso i se la sustituyó por madera dura de Australia (karri i jarrah). Entónces el costo, reuniendo la construccion i la conservacion durante 17 años, resulta de fr. 2,17 a fr. 2,44 por metro cuadrado anual.

En la misma ciudad de *Londres* el asfalto no ha necesitado renovarse ántes de 17 años i en las calles ménos fatigadas ese término ha alcanzado a 30 años. Su precio de construccion, comprendiendo dos años de garantía, ha variado, segun las calles, entre fr. 17,94 i fr. 20,18 por metro cuadrado; i el precio de la conservacion por cada uno de los 15 años siguientes, segun contrato, ha fluctuado entre fr. 0,38 i fr. 1,25 por metro cuadrado, lo que equivale a un gasto *total* anual de fr. 1,39 a fr. 2,29 por metro cuadrado durante los 17 años de la garantía.

En *Berlin* el pavimento de madera cuesta por metro cuadrado:

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Con pino del norte, creosotado..... | fr. 21.38 |
| Con madera de karri, Australia..... | 38.88 |
| Con id. id. Djati, id..... | 36.38 |
| Con id. id. Tallond, id..... | 36.69 |

Durante los tres primeros años, la conservacion corre a cuenta del contratista, quien sin remuneracion alguna está obligado a mantener el pavimento en perfecto estado, debiendo recubrirlo cada tres meses con grava fina de pórfido a razon de 1 metro cúbico por 1 000 metros cuadrados de calzada. Despues de ese plazo, jeneralmente la conservacion es materia de un nuevo contrato, la que, término medio, ha costado fr. 0,31 por metro cuadrado i por año.

El asfalto comprimido, en *Berlin*, cuesta fr. 20 el metro cuadrado, comprendiéndose en ese precio la construccion i la conservacion durante los cinco primeros años. Los contratistas quedan ademas obligados a continuar con la conservacion durante otros quince años a razon de fr. 0,625 por metro cuadrado i por año.

Reuniendo pues la construccion i conservacion, resulta un gasto total anual de fr. 1,47 por metro cuadrado.

En *Estados Unidos*, los precios i contratos son mui diversos.

En *Nueva York*, en 1900, se pagó fr. 17,35, por metro cuadrado, por la construccion

de pavimento en asfalto comprimido sobre hormigon, con cinco años de garantía; en Boston se pagó fr. 20,21 por metro cuadrado, con diez años de garantía, pero siendo solo de 37 milímetros el espesor de asfalto; mientras que en Grand-Rapid el precio fué de fr. 10,88 i ann 8,89 con cinco centímetros de espesor i diez años de garantía.

El señor Vaillant (A. T. P. B, 1903), de quien hemos tomado principalmente estos datos, espresa que parece resultar de la experiencia ya adquirida que el asfalto de una calle de tráfico ordinario dura de doce a quince años, i que, a partir del quinto año, los gastos de conservacion pueden fijarse a razon de fr. 0,37 por m.² al año.

Si como término medio, tomamos 17 años como duracion de los pavimentos de madera i de asfalto en Paris i 20 para los de Berlin, tendremos los siguientes gastos totales anuales por metro cuadrado, renniendo la construccion i la conservacion:

| | Madera | Asfalto |
|----------------|----------|----------|
| Paris..... | fr. 2.58 | fr. 2.25 |
| Lóndres..... | 2.30 | 1.84 |
| Berlin..... | 1.93 | 1.47 |
| En Italia..... | 3.50 | 2.80 |

Para la comparacion, talvez resalte mejor la relacion que guardan esos dos pavimentos, desde el punto de vista del costo, estableciendo el siguiente cuadro.

Con 100 francos podrian ejecutarse:

| | PAVIMENTO | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| | De asfalto | De madera |
| En Paris..... | 40 m ² | 39 m ² |
| En Lóndres..... | 54 | 43 |
| En Berlin..... | 68 | 52 |
| En Italia..... | 36 | 28 |

Esas cifras podrian tomarse como los coeficientes o números que espresarian el valor relativo de esos dos pavimentos desde el punto de vista económico en un estudio comparativo.

4. *Ventajas ofrecidas al tráfico.*—Segun experiencias practicadas en Estados Unidos, i de que da cuenta el Engineering Record (A. T. P. B. 1901), en camino horizontal un esfuerzo de traccion dado puede arrastrar un peso

| | |
|-----|--|
| 100 | veces mayor en pavimento de <i>asfalto</i> |
| 80 | » » » » <i>madera</i> |
| 46 | » » » » <i>granito</i> |
| 34 | » » » » <i>macadam.</i> |

Por otra parte, la mayor o menor aspereza de la calzada tiene influencia en el deterioro mas o menos rápido de los vehículos. Así, según la revista citada, la duración de un vehículo sometido a un uso continuo sería de:

| | |
|-----|-------------------------------------|
| 6,7 | años en pavimento de <i>asfalto</i> |
| 6,0 | » » » <i>madera</i> |
| 3,7 | » » » <i>macadam</i> |
| 3,2 | » » » <i>granito.</i> |

Otro punto de importancia para el tráfico es el grado de seguridad que cada pavimento ofrece a los caballos.

Las experiencias practicadas en Londres por el coronel Haywood permiten fijar las ideas sobre lo resbaladizo de los tres principales pavimentos. Las anotaciones duraron 50 días registrándose:

| | Número de caballos | Número de caídas | DISTANCIAS RECORRIDAS | |
|--------------|--------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | | Totales | Por un accidente |
| Granito..... | 13 905 | 719 | 153 863 km. | 214 km. |
| Asfalto..... | 23 286 | 1 066 | 328 126 » | 308 » |
| Madera..... | 32 646 | 542 | 288 433 » | 532 » |

Según estas observaciones, el pavimento más resbaladizo sería el granito y el menos la madera. Cuando el pavimento queda completamente mojado por una fuerte lluvia, las observaciones dan al granito el primer lugar como menos resbaladizo y el asfalto el último.

El capitán Green ha hecho observaciones análogas en diez de las principales ciudades de los Estados Unidos, y ha obtenido los siguientes valores de las distancias medias recorridas antes de la caída del caballo.

| | NATURALEZA DE LA CAIDA | | | |
|-----------------|------------------------|-----------|-----------|------------|
| | Sobre las rodillas | De lado | Completa | Cualquiera |
| En asfalto..... | 2 468 km. | 3 508 km. | 2 650 km. | 938 km. |
| En granito..... | 821 » | 9 580 » | 5 586 » | 665 » |

Diversos observadores esperan que el pavimento con asfalto artificial es considerablemente menos resbaladizo que el construido con asfalto natural

5. Para no estendernos demasiado, esponiendo datos que permitan hacer la comparacion entre los diversos pavimentos, nos limitamos a insertar los dos cuadros que siguen: segun el primero, el señor Petsche clasifica las ventajas de los pavimentos en cuatro categorías, correspondiendo el número 1 al de mayor mérito, i establece:

| CUALIDADES | PAVIMENTO | | | |
|--|-----------|--------|---------|-------------|
| | Madera | Piedra | Asfalto | Macadam |
| Elástico..... | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Impermeable..... | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Seguro para los caballos..... | 3 | 2 | 4 | 1 |
| Aceptable para fuertes pendientes..... | 2 | 1 | 3 | 1 |
| Poco sonoro..... | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Poco barro..... | 1 | 2 | 1 | 3 |
| Facilidad de limpia..... | 1 | 2 | 1 | 3 |
| Hijiénico..... | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Duradero..... | 3 | 1 | 2 | 4 |
| Facilidad de repararlos..... | 3 | 1 | 3 | 2 |
| Cómodo para los tranvías..... | 2 | 1 | 3 | 3 |
| Económico de construccion..... | 2 | 4 | 3 | 1 |
| Económico de conservacion..... | 2 | 1 | 2 | mui variab. |

Sin embargo, no todas las cualidades tienen la misma importancia i en un estudio comparativo no deben pesar igualmente. De aquí, que se hayan propuesto los siguientes coeficientes de importancia para las diversas cualidades:

Economía en los gastos de construccion i conservacion; peso o coeficiente de importancia..... =10
 Ventajas ofrecidas al tráfico: coeficiente de importancia..... =40

| | | | | |
|-------------------------|----------------|---|-------|------|
| Propiedades hijiénicas: | coeficiente de | » | | = 20 |
| Comodidades al público: | coeficiente de | » | | = 30 |

De manera que estableciendo para cada una de esas cualidades los valores relativos dados por la experiencia para los diversos pavimentos i multiplicándolos por el coeficiente de importancia respectiva, se tendrán los totales que resúmen el conjunto de las ventajas e inconvenientes de cada pavimento. De esta naturaleza es el cuadro siguiente dado por el Eugeenirng Record:

| CUALIDADES | Coeficiente de importancia | PAVIMENTOS | | | | | | | |
|---|----------------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | | Asfalto | | Madera | | Granito | | Macadam | |
| | | Valor relativo | Importancia total | Valor relativo | Importancia total | Valor relativo | Importancia total | Valor relativo | Importancia total |
| A. — <i>Economía de construcción i conservación</i> | 10 | 3.4 | 34 | 2.9 | 29 | 2.5 | 25 | 2 | 20 |
| B. — <i>Ventajas para el tráfico</i> | 40 | | | | | | | | |
| a) Fuerza de tracción..... | | 1.0 | 400 | 8.0 | 320 | 4.6 | 184 | 3.4 | 124 |
| b) Duración de los vehículos..... | | 6.7 | 268 | 6.0 | 240 | 3.2 | 128 | 3.7 | 148 |
| c) Seguridad para los caballos..... | | 5.0 | 200 | 7.0 | 280 | 5.5 | 220 | 8.0 | 320 |
| d) Facilidad de limpieza..... | | 8.0 | 320 | 6.0 | 240 | 7.0 | 280 | 4.0 | 160 |
| C. — <i>Ventajas hijiénicas</i> | 20 | | | | | | | | |
| a) Inmunidad a los agentes naturales..... | | 8.5 | 170 | 2.0 | 40 | 9.0 | 180 | 9.0 | 180 |
| b) Impermeabilidad..... | | 9.0 | 180 | 1.0 | 20 | 8.0 | 160 | 4.0 | 80 |
| D. — <i>Comodidades al público</i> | 30 | | | | | | | | |
| a) Insonoridad..... | | 8.5 | 255 | 9.0 | 270 | 3.0 | 90 | 8.5 | 255 |
| b) Comodidad útil..... | | 9.0 | 270 | 8.0 | 240 | 3.0 | 90 | 7.0 | 210 |
| c) Aspecto..... | | 8.0 | 240 | 4.0 | 120 | 5.0 | 150 | 5.0 | 150 |
| | | | 2337 | | 1799 | | 1507 | | 1647 |

