

Experiencias necesarias para el cumplimiento de principios económicos de trabajos de caminos.

LOS antecedentes que es necesario tener en cuenta para aplicar con acierto los principios fundamentales de economía en los trabajos de carreteras, deben ser atentamente considerados a fin de alcanzar buena elección del tipo de obra que se ha de ejecutar, que sea estable para el tráfico que ha de soportar y de poco costo su conservación.

Hay que tener presente que el costo de construcción, los gastos de conservación y las pérdidas por descuido o reemplazo son factores que con detenimiento se han de aplicar unos y eliminar los otros para asegurar el éxito.

Las partes esenciales de la carretera: trazado, pendientes, curvas y las obras que requieran las condiciones geológicas y acuíferas del terreno, se recomienda construirlas en forma definitiva y teniendo en cuenta la importancia que ha de alcanzar la carretera. En cuanto a la superestructura, su ancho y clase se definen según la intensidad y naturaleza del tráfico.

La superestructura soporta las trepidaciones y efectos rozador y destructor de las ruedas de los vehículos, por lo tanto,

debe resistir a los efectos mecánicos y dinámicos de diferentes clases.

La construcción de las obras de la infraestructura de la carretera, desde el comienzo, se ha de hacer de acuerdo con las normas prescritas por la ingeniería sobre el particular.

En cuanto a la superestructura, por lo general, se ejecuta y perfecciona a medida del desarrollo del tráfico y de acuerdo con las enseñanzas que la experiencia ha dejado para cada caso.

A fin de aclarar muchos problemas provenientes del efecto mutuo entre camiones y la superficie de rodadura y que tienen especial importancia para los trabajos de construcción y conservación de esta última, el Laboratorio de Medios de Locomoción y el Instituto de Observaciones de Terremotos del Politécnico de Aquisgram, hicieron mediciones sísmográficas de las trepidaciones producidas por camiones con llantas de goma maciza y con neumáticos.

Los camiones para las experiencias eran dos. Uno de cuatro toneladas y de 4 700 kgs. de peso propio cuyas ruedas delanteras tenían llantas de goma maciza de 930 m|ms. por 140 m|ms.; el peso de la

masa de cada rueda trasera era de 950 kgs. y para el efecto de apreciar la influencia de las masas no suspendidas elásticamente, se agregaron al eje trasero 600 y 900 kgs. El otro camión de tres toneladas y 4 170 kgs. de peso propio; los neumáticos eran de un metro por veinte cms., siendo doble los de cada rueda de atrás, y con presión interior de siete atmósferas más o menos. Las masas del eje trasero no eran suspendidas elásticamente y pesaban 750 kgs. aproximadamente.

La primera serie de ensayos se hizo sobre pavimento de madera de 10 cms. de espesor sobre una capa de concreto, y que tenía baches hasta cinco cms. de profundidad. Después se sustituyó la madera por una capa betuminosa de seis cms. de espesor a fin de efectuar la otra serie de ensayos.

Para dibujar las trepidaciones del suelo, se empleó un medidor de tres componentes del sistema «Wiechert-Mintrop» montado a una distancia media de 17 mts. de las huellas dejadas por las ruedas de los camiones.

Las experiencias dieron los resultados siguientes:

1. Sobre pavimentos buenos y malos la carga útil, con masas suspendidas elásticamente, ejerce poca influencia hasta velocidades de 20 kmts. por hora. A medida que aumentan las velocidades se acentúan en las mismas proporciones las trepidaciones del suelo al aumentar la carga útil.

2. Las masas no suspendidas con la adición de carga aumentan considerablemente las trepidaciones del suelo en caso de pavimentos malos. Sobre pavimentos buenos no se observó ninguna influencia en las trepidaciones, aun aumentando el peso de las masas no suspendidas.

3. La circulación de camiones cargados o descargados, con grandes o pequeñas masas no suspendidas elásticamente, las trepidaciones producidas sobre pa-

vimentos malos son tres y cuatro veces mayores que las producidas sobre pavimentos buenos.

4. Los camiones con llantas de goma maciza y con masas del eje trasero no suspendidas producen trepidaciones que aumentan más rápidamente hasta la velocidad de 20 kmts. por hora, sobre pavimentos buenos y malos, mientras que velocidades mayores dan lugar a aumentos menores que en aquel período de circulación.

5. Las trepidaciones producidas sobre caminos malos por camiones con neumáticos eran la tercera a la cuarta parte de las producidas con llantas macizas. Sin embargo, las trepidaciones aumentan en las mismas proporciones que las producidas con llantas macizas a medida que aumentan las velocidades de circulación.

6. La carga transportada por camiones con suspensiones elásticas y a velocidad de 20 kmts. por hora, no influye sobre las trepidaciones del suelo; así que el aumento de la carga no da lugar a mayores trepidaciones. El aumento de carga tampoco tiene importancia respecto de dichas trepidaciones, si se logra disminuir el peso de las masas de los ejes sin suspensiones elásticas, esto es, perfeccionar los ejes y llantas utilizando materiales de construcción más livianos, etc.

Estos resultados han puesto de manifiesto las relaciones de las trepidaciones, por lo tanto de las presiones sobre el suelo, producidas por camiones de características distintas y al circular sobre pavimentos buenos y malos. Además que la conservación de los caminos en buenas condiciones, da lugar a economías en los gastos de tracción, disminución de desgaste de los vehículos y que estos se pueden construir más livianos y con suspensiones elásticas a fin de alcanzar mayor economía de los medios de comunicación.

Estos factores y los gastos que demanda la conservación de la carretera son los que han de considerarse para el

efecto de resolver si económicamente hay conveniencia de aumentar la resistencia de la calzada teniendo también en cuenta los gastos de conservación del camino mejorado. En el estudio de esta cuestión se ha de tener presente que todo trabajo de camino que se ejecute ha de aprovecharse en el porvenir a fin de evitar pérdidas por reemplazos.

Dentro de este orden de ideas se suscita una cuestión y es la que se refiere a la circulación de camiones pesados los cuales, especialmente si transitan a grandes velocidades, requieren calzadas de gran consistencia que aumentan en mucho los gastos de construcción. Hay, pues, que resolver si en la construcción y mejoramiento de carreteras se ha de dejar completa libertad para el uso de camiones con cargas pesadas o limitar las presiones que han de ejercer sobre las calzadas con el objeto de alcanzar condiciones económicas más favorables para la conservación en buen estado de las carreteras. También si se permite aumento de tamaño de los vehículos y, por lo tanto, de su ancho, habría que construir calzadas muy anchas a fin de evitar acciones y reducción de seguridad de circulación a consecuencia de la desproporción entre carreteras demasiado estrechas y voluminosos automóviles.

Generalmente el camión no se usa para trasportar enormes cantidades de mercaderías a grandes distancias haciendo competencia a los ferrocarriles. El camión tiene las ventajas de la velocidad y el transporte de la carga de puerta a puerta, y a grandes distancias conduce productos valiosos relativamente ligeros y que pueden soportar mayor gasto de transporte.

Hay conveniencia en determinar los límites máximos de peso y ancho de los camiones y especialmente, por razones de seguridad contra accidentes, la velocidad máxima de los camiones pesados de carga en un límite más bajo que el impuesto a los camiones rápidos y

ligeros, lo cual constituye una preferencia para estos últimos.

Sería medida conveniente que se aplicara, con algunas modificaciones, las disposiciones del decreto-reglamentario N.º 46 de 28 de Octubre de 1924 del ex-Ministerio de Industria y Obras Públicas sobre las características que han de cumplir los vehículos que transiten por los caminos públicos.

Otro factor que ha de considerarse para la elección de los materiales que han de constituir la calzada, es la frecuencia de los vehículos en tránsito por la carretera.

La elección del tipo de calzada depende del clima, la naturaleza e intensidad del tráfico, las industrias establecidas en la zona de influencia del camino y el desarrollo que de ellas se puede esperar, los materiales de construcción que existen alrededor del trazado del camino por ejecutar y su distancia de transporte. También se ha de considerar las obras de perfeccionamiento que habrán de ejecutarse por incremento del tráfico de manera que todo trabajo se aproveche y nada se pierda en el porvenir.

Es necesario y conveniente instalar laboratorios para análisis y pruebas de materiales, y, en cada localidad, campos de experimentación directa de los materiales que se estimen utilizables en los trabajos de caminos. Se deben estudiar detenidamente los defectos y sus causas y, si los materiales son susceptibles de enmiendas, en que consistirían éstas a fin de alcanzar resultados satisfactorios.

Los campos de experimentación de calzadas y afirmados se harán sobre terrenos natural o artificialmente resistentes y sobre terrenos arenosos, a fin de determinar, para cada tipo, el grado de resistencia al tráfico, teniendo en cuenta todas las características de los vehículos que, para las pruebas, se harán circular. Para cada tipo de calzada y afirmado se determinarán la resistencia a la tracción de los vehículos y las can-

tidades de combustibles consumidas por los mismos. El desgaste de los vehículos, su apreciación requiere observaciones muy prolongadas; en la práctica se estima según las trepidaciones que, comparativamente, sufre cada vehículo al circular sobre los diversos tipos de calzadas y afirmados.

Se ha de procurar en los trabajos de caminos emplear materiales nacionales. Si para aumentar la resistencia de la calzada y evitar el polvo, en Estados Unidos de Norte América se usa el petróleo es por que lo tienen y no necesitan adquirirlo de extraños, y en países europeos, por la misma causa, se usa el alquitrán. En nuestro país se produce y se debe emplear esta última sustancia.

Hay conveniencia, como se ha dicho, estudiar las causas que originan malos resultados de los trabajos de calzadas y afirmados por si económicamente procediera remediarlas. Así en Santiago hace muchos años se hicieron, en algunas calles, ensayos de pavimentos con adoquines de madera dura que dieron pésimos resultados, porque se ejecutaron sin fundación y sin protección alguna para evitar que la madera absorbiera humedad. En Buenos Aires se ejecutaron por primera vez pavimentos de madera en el año 1882, con malos resultados; después de más de una decena de años de experiencias se ha llegado aplicar un procedimiento con resultados satisfactorios. Sobre una capa de concreto se colocan adoquines de madera de algarrobo de 15 cms. de largo por 6 cms. de ancho y de 10 cms. de alto, en franjas de un metro en sentido inverso, unas de otras, y formando ángulos de 45° con el eje de la calle. Los adoquines se separan entre sí de seis milímetros y se rellenan estos huecos con mezcla de uno de cemento por dos de arena hasta dos a tres centímetros de superficie. Encima, la madera sin humedad, se extiende asfalto puro y caliente que cumpla con los requisitos exigidos para esta aplicación,

y que ha de llenar los huecos que han quedado en las juntas, y en seguida arenas medianamente fina y caliente y por último se cilindra con un rodillo liviano. Este pavimento se ha generalizado tanto en Buenos Aires que su superficie alcanza a 50% de los pavimentos lisos existentes.

Los afirmados de concreto betuminoso sobre concreto de cemento, cuya dosificación de materiales y método de mezcla es conveniente determinarlos previas experiencias locales, han dado buenos resultados sometidos a condiciones de clima y tráfico diferentes; pero están expuestos a formarse ondulaciones por múltiples causas. Como se ha logrado conocer estas causas se adoptan las medidas preventivas para evitar las ondulaciones.

Los afirmados de concreto de cemento son resistentes, y tienen el inconveniente de las fisuras que se producen apesar de las juntas de dilatación que, tanto longitudinales como transversales, se construyen para evitarlas o, por lo menos, aminorarlas. Se ha recurrido a armaduras de fierro con las cuales se ha observado, en muchos casos, disminución de fisuras. Igualmente las mezclas y betunes empleados para reparar esos defectos no siempre han dado resultados satisfactorios. Según informaciones recibidas, en Alemania carreteras de grande importancia, cuyo pavimento era de concreto, se han cubierto con adoquines de piedra cortados a máquina y de ocho centímetros de altura.

El camino de Santiago a San Bernardo se ejecuta el afirmado de concreto armado, en el acta de la sesión del Consejo de Obras Públicas (año 1926) en la cual se aprobó el proyecto respectivo, se dejó constancia del inconveniente indicado y, cuando el desarrollo del tráfico lo justifique, se coloquen adoquines de piedra sobre el pavimento de concreto.

Las experiencias indicadas son de

primordial importancia para determinar económicamente la superficie de rodadura con relación a la naturaleza e intensidad del tráfico. De esta manera los lugares donde el aumento del valor de la propiedad es lento y la población poco numerosa, si cuentan con una red de carreteras de grande extensión, lograrían alcanzar beneficios sorprendentes por medio de gastos relativamente

reducidos. El desarrollo de riqueza e intensificación del tráfico facilitarían el perfeccionamiento de la superficie de rodadura.

En pocas palabras, se invertiría el dinero en satisfacer necesidades realmente sentidas, sin pérdidas por exceso, descuido o reemplazo de obras y con mayores beneficios para las actividades nacionales.