

EL PROBLEMA DE LAS CARRETERAS EN EUROPA

Por JOSE LUIS ESCARIO Y NUÑEZ DEL PINO

Ingeniero de Caminos

El autor pasa una revista documentada a la política de Europa, en materia de carreteras, problema que hoy preocupa profundamente en el mundo, deduciendo de su estudio interesantes conclusiones.

La modernización, la adaptación de las carreteras a las exigencias actuales del tráfico, es problema que produce hondas preocupaciones técnicas y financieras en los que tienen en el mundo la responsabilidad del mando; y decimos técnicas y financieras, porque el gasto que la adaptación de los viejos caminos a las exigencias del tráfico moderno, exige sumas ingentes; por ello, el técnico no puede desenvolverse al proyectar con el coeficiente de seguridad con que, normalmente, actúa en otras obras de ingeniería; hacerlo así es una exigencia de orden económico, aceptando la cual no se corre, dentro de límites normales, más que un riesgo económico también; me explicaré: el coeficiente de seguridad, de ignorancia, como alguien lo calificó, que nos pone al cubierto de las impurezas de la realidad, en obras de ingeniería es, normalmente, de 3; en obras de carretera hay que trabajar sin coeficientes de seguridad; en primer término, porque la inversión precisa es enorme, y si hoy la modernización de nuestras carreteras exige, por ejemplo, 60 000 millones, con un coeficiente de 1, exigiría más de 150.000 con un coeficiente de 3; y se puede correr el riesgo, pues el daño de una obra de un firme que se rompe no lleva consigo la pérdida de vidas, como el hundimiento de una presa o de un edificio. Ajustar la carretera a lo estrictamente necesario, dentro de los límites lógicos, aunque haya algún fracaso, ampliamente compensa el importantísimo ahorro que en conjunto se logra.

¿Qué pasa en el mundo con las carreteras actuales? Ya lo he dicho con machacona insistencia: se han quedado viejas, muy viejas de trazado y firme. En la exposición de motivos de un proyecto de Ley presentado a las Cortes en el año 1946, y que tuve el honor de firmar en primer término, con 62 Procuradores más, se decía:

"La red de caminos españoles se encuentra ante un momento de extrema gravedad, porque después del esfuerzo colosal que representó durante la Dictadura la construcción del Circuito Nacional de Firmes Especiales, prácticamente nada se ha hecho, y el conjunto de nuestros caminos se ha quedado anticuado, de trazado y firme, y porque en los últimos años las dificultades de la guerra mundial han hecho casi im-

posible la atención de conservación que nuestros caminos exigían con angustia. El patrimonio que nuestra red representa no se ha derrumbado totalmente, porque con la crisis de la conservación ha coincidido la de los transportes; en los últimos años el tráfico que nuestros caminos han tenido que soportar ha sido reducidísimo. Pero ante un porvenir próximo se ha de presentar una coyuntura muy grave: la normalidad traerá consigo un rápido restablecimiento del tráfico, que no sólo alcanzará las cifras de 1936, sino que lógicamente, las superará en proporciones tal vez insospechadas, pues no hay que olvidar que en la actual contienda juega el motor en la mecanización de los ejércitos un papel trascendental, y ello producirá un indudable progreso en la industria del transporte: para absorber el paro de la postguerra, las industrias bélicas dedicarán probablemente gran parte de su actividad a la industria del automóvil de paz, camión y turismo, en cuya mecánica la práctica de estos años habrá introducido mejoras trascendentes. Y no ya ante un incremento de tráfico como el que lógicamente se debe prever, sino simplemente ante una circulación corriente aún inferior a la de 1936, nuestra red de caminos se vendrá rapidísimamente abajo, incapaz de soportar, en las deficientes condiciones actuales, un tráfico normal."

Por eso en Europa las inversiones en carreteras son de una enorme importancia; las cifras que, en el cuadro de la página siguiente, se indican, son las previstas para el año 1959.

Es de destacar entre ellas la inversión alemana. La República Federal ha acometido la gran tarea de reconstruir la red de autopistas que Hitler realizó antes de la guerra mundial y que se han venido abajo.

También Suiza ha acometido el problema a fondo. Un proyecto de 5 560 Km. de autopistas cuidadosamente estudiado y sometido después a referendun se ha puesto en marcha con un presupuesto total de 3 800 millones de F.S., 5 700 millones de pesetas. En Italia, la inversión es fuerte: \$ 1 255 por kilómetro, pero además, con capital privado se ha acometido la construcción de la autoestrada del Sol: Milán, Venécia, Roma, Nápoles, con un recorrido total de 738 kilómetros y presupuesto de 185 000 millones

Inversiones totales en carreteras previstas para el año 1959.

	Km.	Gastos totales (\$)	Gastos por Km. (\$)
Alemania	251 380	1 300 000 000	5 717 (1)
Austria	32 608	120 000 000	368
Bélgica	84 480	50 000 000	591
Dinamarca	93 371	65 000 000	696
Francia	720 000	750 000 000	1 041
Gran Bretaña ..	304 241	425 000 000	1 396
Grecia	37 064	20 000 000	539
Italia	199 200	250 000 000	1 255
Holanda	79 212	60 000 000	757
Portugal	17 080	20 000 000	1 170
Suecia	92 006	175 000 000	1 902
Suiza	49 680	160 000 000	3 220 (2)
Turquía	56 580	125 000 000	2 209 (3)
España	117 825	38 000 000	322

(1) La fuerte inversión alemana es por la reconstrucción de sus autopistas.

(2) Ha iniciado un importante proyecto de autopistas.

(3) La mayor parte de la inversión es para la modernización de su red y nuevas construcciones.

(Fuente: Federation Routière International.)

de liras. ¡Y es que Italia y Suiza saben bien que la carretera es instrumento fundamental del turismo!, que es fuente principal de su balanza comercial. Turquía gasta al año \$ 2 209 por Km., porque también está modernizando su red, casi mejor dicho, construyéndola. Luego, con inversiones de cerca de los \$ 2 000 está Suecia, también con un plan ambicioso de nuevas carreteras, y con \$ 1 041 Francia, que a pesar de tener una magnífica red, tiene construídas y en construcción un total de 255 Km. de autopistas, y en plan de primera urgencia, 1 933 Km., de segunda, 585 Km., y de tercera, 1 040 Km., o sea, en total, 3 558 Km. Gran Bretaña gasta \$ 1 396 y Portugal \$ 1 170. Con menos de 1 000 dólares por kilómetro están Bélgica (591), Dinamarca (696) y Holanda (757); estos tres países tienen unas magníficas redes que solamente deben conservar; las están completando con un plan de autopistas. En esfuerzo económico va luego Grecia, con \$ 539, y Austria, con \$ 368; este último país tiene una buena red de pocos kilómetros, 32 608, que conserva con la máxima atención. Grecia, cuya economía no permite alegrías, realiza, sin embargo, un esfuerzo económico, muy grande, para habilitar sus carreteras, faltas de condiciones de trazado, y que la guerra y los trastornos posteriores dejaron en condiciones difíciles. España es de los 14 países citados el que tiene menor inversión; no llega a 1/3 de Portugal.

¿Cómo se ha acometido en los países europeos el problema? Al firmarse la paz, muchos se encontraron sus redes destrozadas por la guerra; además, las condiciones de las antiguas carreteras no eran

propias para los vehículos modernos, que la guerra había impuesto por razones militares, con pesos y dimensiones muy superiores a los existentes antes del conflicto; las guerras en medio de sus catástrofes dejan progresos materiales que en ellas se produjeron por el impulso de la necesidad superior, la bélica, que no repara en gastos para las innovaciones que pueden resultar útiles. En el progreso del transporte, las guerras de 1914-18 y la última mundial fueron revolucionarias para la carretera y el aire. Pero, ciñéndonos a nuestro tema, el aumento de pesos y dimensiones de los vehículos y la utilización comercial de los trenes de carreteras, se comprobó en la paz que producía importante economía en los gastos del transporte; pero ello llevaba, como contrapartida, la necesidad ineludible de mejoras de trazado y aún con más angustia de refuerzo de los espesores de firmes. Y aparecieron nuevos problemas técnicos por las modernas cargas, sobre las antiguas carreteras; fenómenos de surgencia de las arcillas, que obligaron a un estudio a fondo de los suelos y de los fenómenos de drenaje, desplazamiento del betún por el agua, segregación de hielo, etc.; los grandes espesores de firmes precisos hicieron que se iniciase el cálculo de los firmes, hoy por procedimientos semiempíricos, pero que permiten dimensionarlos con suficiente aproximación, fundándose en cuidadosos estudios estadísticos. Y en el mundo empezaron a aparecer los tramos de ensayo en los cuales, y a escala natural, se quieren comprobar teorías que se han ido formando sobre el antiguo "servicio ordinario", hoy una de las técnicas más complejas del Ingeniero civil. En estos tramos de ensayo se gastan sumas muy importantes; en algunos de ellos incluso cuesta el tráfico, que se produce especialmente para el ensayo; así, por ejemplo, en Estados Unidos el ensayo de la A.A.S.H.O. va a durar cuatro años, aproximadamente, y tiene un presupuesto de \$ 14 000 000. En gran número de países han ido montándose laboratorios especialmente dedicados a los problemas de la construcción y explotación de la carretera. Todo ello tiene la justificación en el hecho, no sólo de las cantidades invertidas en la carretera, sino en lo que representa el gasto total del transporte por ella, del 8 al 14 por 100 de la renta nacional; tener una mala red de carreteras es un dispendio incalificable en una economía bien dirigida.

El problema de la modernización de las redes de caminos, de su adaptación a las necesidades actuales, plantea no sólo graves problemas técnicos, sino también de "modo y forma de hacer". No es posible modificar en pocos años la red total; ni tampoco necesario. Hay dos problemas perfectamente diferenciados: las deficiencias del trazado y la incapacidad de resistencia de los firmes; la deficiencia de trazado limita la máxima velocidad admisible en condiciones de seguridad; la segunda impone un espesor mínimo de firme. Pero no en todos los itinerarios es igualmente necesario tener una velocidad específica elevada. En la rotura de los firmes hay que tener en cuenta el

valor absoluto de las cargas, pero muy fundamentalmente el número de repeticiones, es decir, la importancia del tráfico. Una estadística cuidada de éste, es punto fundamental de partida de toda actuación seria; ella marcará *el orden* en que es preciso acometer la modificación de los distintos itinerarios. Los tramos cuya modernización se acometa se deben proyectar con amplias características: mirando al futuro, para que la inversión que se haga hoy no quede vieja en muy pocos años; hacerlo con éste criterio de sana

po". Lo que no es posible es exigir a un riego superficial con un tráfico normal una vida larga sin los riegos de conservación necesarios. Hay que evitar la vergüenza del bache; equipos móviles con camiones especiales aseguran la atención a tiempo y debidamente de las viejas carreteras; sin modernizar no se puede lograr una rasante agradable; las carreteras tendrán ondulaciones y defectos; habrá que reparar tramos deficientes con más o menos frecuencia, según la intensidad del tráfico..., pero no habrá baches. De



Fig. 1.^a — Cuando lo montañoso del terreno hace muy costosa la modernización, se conserva el viejo trazado; Carretera de San Gottardo a Tremoli (Suiza).

economía impone fuertes inversiones por kilómetro; por eso no es posible hacer las modificaciones definitivas más que poco a poco, *una vez atendidas las necesidades de conservación*; normalmente, estas modificaciones se acometen por tramos completos con arreglo a un plan, que es imprescindible, y sin solución de continuidad; porque no solamente no es lógico, sino que resulta peligroso salpicar de tramos sueltos modernizados un itinerario deficiente. Por ello, en las redes europeas no se encuentran muchos kilómetros modernizados, y en Francia, Suiza e Italia hay dentro de las redes principales itinerarios de características modestas, pero con un firme aceptable; por ejemplo, en la primera, el 70 por 100 de las carreteras nacionales tienen menos de 7 metros de ancho, y no obstante ello, la red francesa se considera excelente. Ello obliga a gastos de conservación elevados, que se van reduciendo a medida que se moderniza el firme. Un firme de macadam con riego superficial puede mantenerse en estado aceptable con riegos asfálticos de conservación cada dos o tres años, y con una atención muy grande de "puntada a tiem-

carreteras estrechas, con sección transversal deficiente, curvas sin visibilidad, etc., se encuentran muchos miles de kilómetros en Europa, que exigen un fuerte gasto de conservación, para mantenerlas sin baches. En carreteras de estas características, la señalización está cuidadísima; los franceses especialmente son de ello un magnífico ejemplo. La señalización marca al automobilista el peligro del tramo que, dificultades de orden económico, no permitieron atender debidamente. En estos itinerarios, lo que hay que hacer, con una estadística cuidada de accidentes, es suprimir los "puntos negros". La eficacia de estos pequeños retoques es extraordinaria. Una buena conservación exige, inexorablemente, no solamente las consignaciones precisas, que forzosamente tienen que ser altas en los tramos que soportan un tráfico moderno, con unas características viejas en la vía, sino además, agilidad administrativa para acudir rápidamente allí donde es necesario. *Si se tarda en acudir, el mal se agrava y el coste de la reparación aumenta con vertiginosa rapidez.*

¿Con qué criterio se ha acometido en Europa la



Fig. 2.^a—En esta carretera de montaña San Bernardo (Suiza), la sección transversal no tiene paseos, escasamente pueden cruzar dos grandes camiones; la velocidad específica es reducida por lo escaso de la visibilidad; pero existe una defensa excelente de la parte de terraplenes y un magnífico firme de hormigón.



Fig. 3.^a—Autopista de La Haya-Amsterdam, en construcción. El terreno era pésimo para cimentar una autopista moderna; se han excavado 4 300 000 metros cúbicos, haciendo un colosal relleno de prestamos de arena con una pequeña cantidad de arcilla y con un volumen de 7 500 000 metros cúbicos.

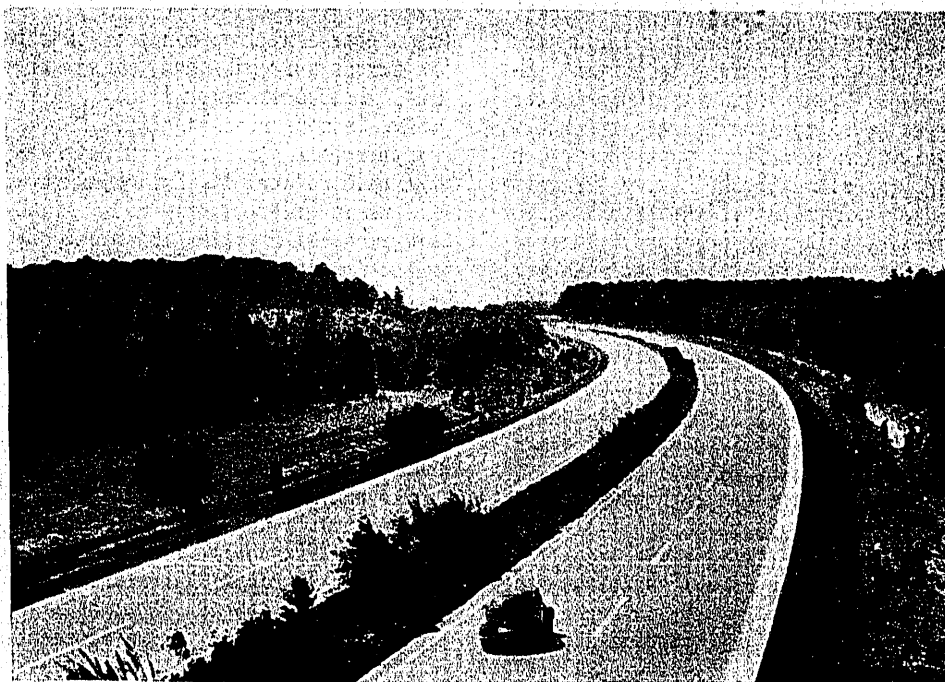


Fig. 4.^a—Autopista Hamburgo-Hannover, terminada en el mes de septiembre de 1958.

modernización? Como antes decíamos, con ambición en trazado y firme. En las figuras 1.^a a 7.^a pueden verse distintos tipos de carreteras modernas en diversos países de Europa; todas ellas son de construcción muy reciente. En la modernización, lo que resulta antieconómico es hacer las cosas a medias, pretendiendo aprovechar lo viejo; el ejemplo de las autoestradas

reparar primero los firmes de hormigón, cuyas losas se habían movido, y no se consiguió nada efectivo; después de varios fracasos como solución definitiva, se ha ido a destruir el firme de hormigón, reduciéndolo a trozos suficientemente pequeños para que pudiesen servir de cimiento; la sección adoptada ha sido la de las figuras 8.^a y 9.^a. En una carretera moderna

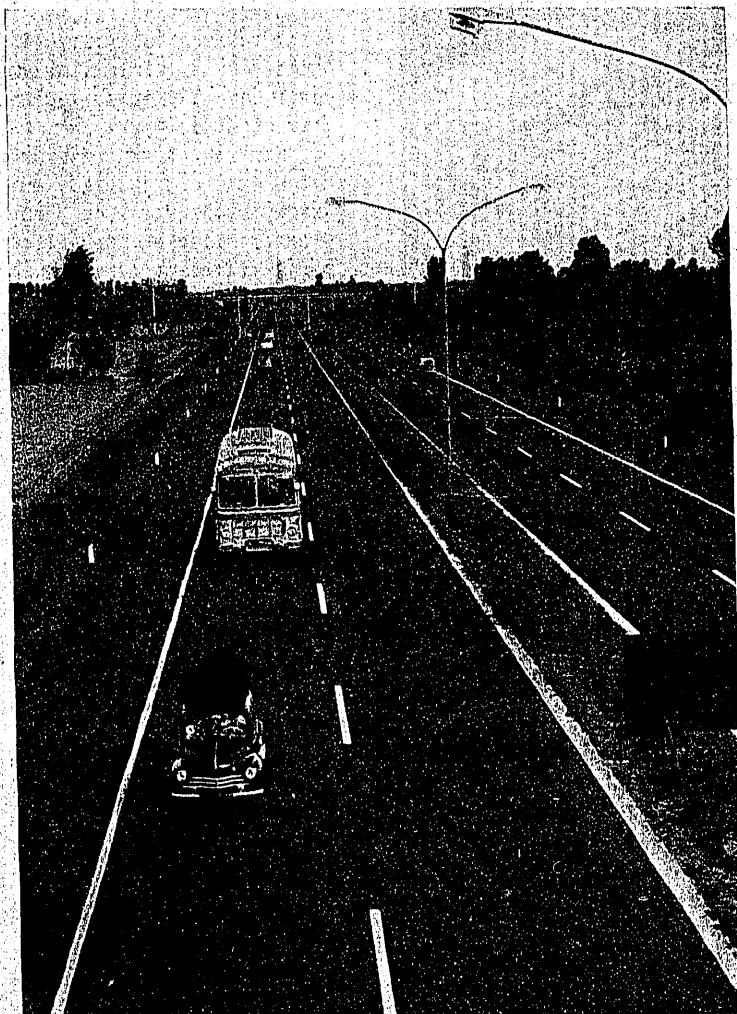


Fig. 5.^a — Autopista del Sol. Tramo Parma-Modena; financiada con peaje y subvención estatal; cuatro circulaciones con separación de dirección de tráfico. La línea exterior marca el límite de la circulación y señala la zona de parada de los vehículos; esta zona queda reservada para una circulación más en cada sentido el día de mañana; obsérvese la zona reservada para paseo cuando la ampliación de circulaciones sea necesaria.

alemanas es aleccionador; existían las construidas por Hitler y hubo que repararlas; habían resistido cerca de veinte años, pero a pesar de haber sido hechas con todas las garantías de los años 1932-1937, no pudieron resistir las cargas de los vehículos modernos y después de la guerra mundial, cuando paralelamente a la recuperación económica de la Alemania occidental, aparecieron los grandes vehículos industriales, las antiguas autoestradas se vinieron abajo; se intentó

el problema que hay que atender, en primer término, es el del drenaje. El agua, al disminuir la resistencia de sustentación del suelo (cohesión y ángulo de rozamiento interno), puede producir la ruina rápida del firme (figs. 10 y 11); esta destrucción no es sólo función del valor de la carga máxima por eje, sino del número de repeticiones, es decir, del tráfico de la vía. Por ello, es normal en Alemania, por ejemplo, cerrar el tráfico de camiones que excedan de una

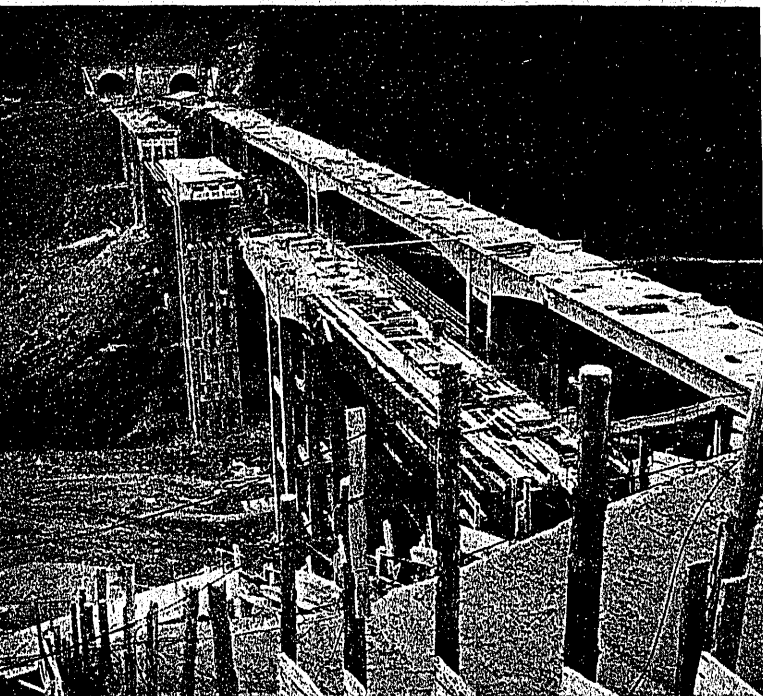


Fig. 6.ª — En la autopista del Sol, en la zona de Citeria, la separación de los dos sentidos de circulación es total en los túneles, con la ventaja de evitar el deslumbramiento. La prefabricación permite, en estos casos, soluciones muy económicas y rápidas para las obras de fábrica.

cierta carga, durante los meses de deshielo o grandes lluvias, los tramos de carreteras donde no existen, por dificultades de consignación, las precauciones precisas de drenaje; de no hacerse así, se destrozarían materialmente en los meses de primavera.

Las obras de drenaje no se limitan solamente a evitar que el agua pueda llegar al cimiento por el suelo mismo, sino que deben hacer que no quede detenida en el firme y en su base, la que eventualmente pueda filtrarse por la superficie del firme; si no es posible evitar que llegue hasta ellos, sí hay que lograr que se elimine lo más rápidamente posible; la técnica ha impuesto para ello una serie de medidas rigurosísimas para la construcción de la base y sub-base de los firmes; medidas de composición granulométrica que aseguran no sólo la estabilidad ante las cargas, sino también la debida permeabilidad y capilaridad para la evacuación del agua que a ellas pueda llegar y evitar que se absorba del subsuelo. Y en las autoestradas alemanas y en Inglaterra se ha ido a la impermeabilización lo más perfecta posible de la capa superior o de rodadura, que se construye con asfalto fundido y gravilla de pequeño tamaño (figs. 8.ª y 9.ª). Se evita así una gran proporción de las filtraciones, que son inevitables en los firmes de aglomerados asfálticos abiertos y, aunque en menor proporción, en los cerrados. En reciente estadística inglesa se da como tiempos de duración de los aglomerados abiertos diez

años, y de los cerrados, veinte; con el asfalto fundido en la superficie seguramente se podrá llegar a los treinta años.

¿Cómo se acomete financieramente el problema? Los países ricos con grandes partidas en sus presupuestos, que cubren las cargas de empréstitos especiales a largo plazo. En países con menores posibilidades económicas se conservan, manteniendo, con el firme en condiciones, los itinerarios principales, que se van doblando, con autopistas o carreteras de peaje, cuando el gran tráfico lo exige. Este último sistema de financiación es muy popular en Estados Unidos, donde hay cerca de 5 000 Km. En Europa se emplea desde hace muchos años, en Italia; en este país se han construido por él muchos kilómetros de carreteras de dos circulaciones, con un firme excelente, pero con un trazado modesto, pero que mejora ampliamente el de la vieja carretera que, sensiblemente paralela a la de peaje, debe quedar para el que no quiera pagar y disfrutar de los beneficios de la nueva vía. Las carreteras de peaje son por sí rentables cuando el tráfico es fuerte; normalmente se considera preciso un mínimo de un millón de vehículos al año, en números redondos 2 800 vehículos de media diaria, cifra no excesiva. La posibilidad de financiación de este tipo de carreteras puede aumentarse dando a los concesionarios la posibilidad de expropiar ciertas zonas de terreno, que puedan ser de interés, o bien obligando a los propietarios de ellos a contribuir con una aportación por el beneficio que obtienen. Por último, es frecuente que el Estado subvencione su construcción; así se ha hecho en la autopista del Sol, en Italia, y

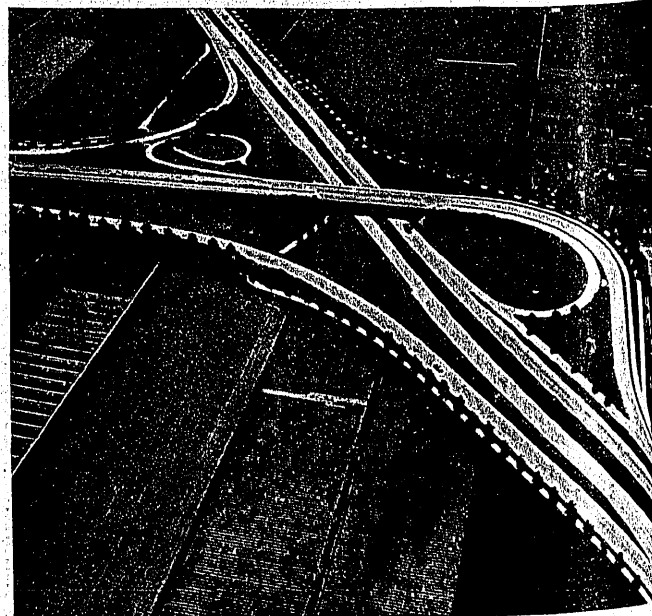


Fig. 7.ª — Incorporación con lazo de dos autopistas en Holanda; no hay ningún cruce a nivel; para ello, obsérvese que han sido precisos varios pasos inferiores.

Figura 8.^a

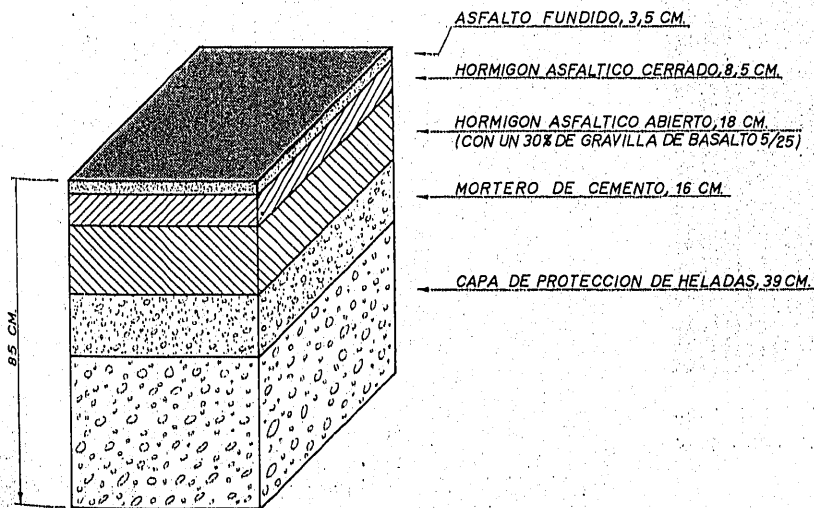
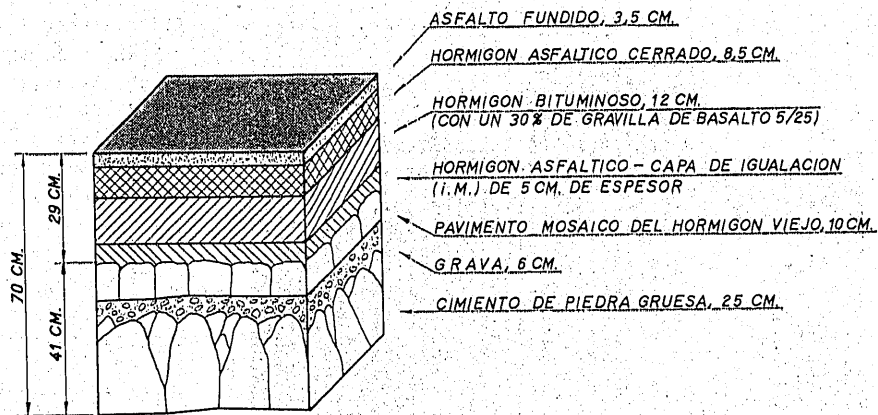


Figura 9.^a

Fig. 10. — En su conjunto, el firme de la carretera se encuentra en buen estado; en el tramo que se reproduce en la fotografía, la ruina del firme es completa; razón: la falta de drenaje de la trinchera y de los paseos.



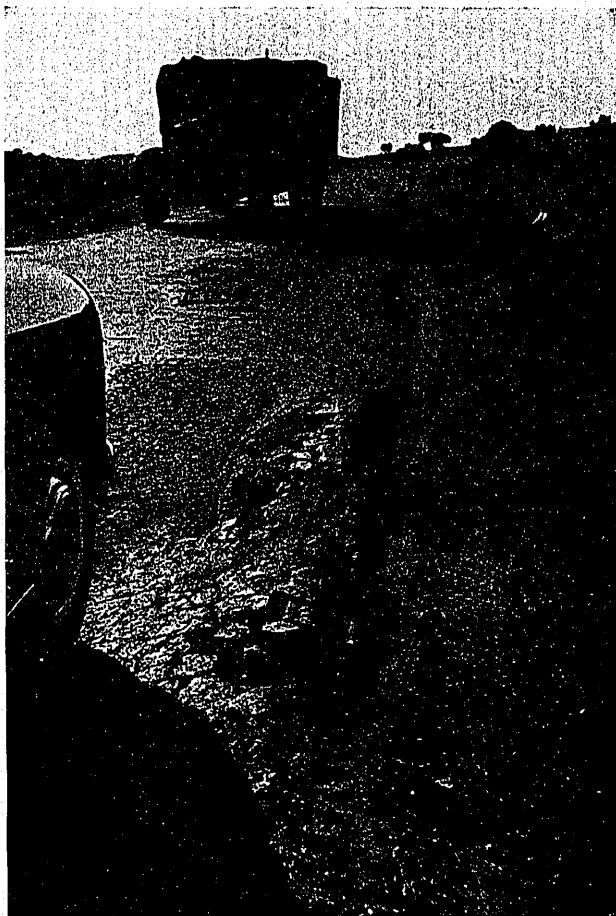


Fig. 11.—La falta de drenaje es causa del reblandecimiento y deformación del firme. Los blandones se reparan... pero reaparecen rápidamente.

en Francia en la de Estérel-Côte d'Azur; el importe de esta subvención, es siempre menos que la suma que sería preciso invertir en la modernización de la vieja carretera, cuyo servicio dobla la autopista proyectada. El sistema se va extendiendo en Europa, donde Francia, antes refractaria a él, ya está construyendo los primeros itinerarios. En la conferencia de prensa de 3 de marzo pasado, el Ministro francés declaró que para el plan de autopistas exigirá un gasto de 600 millones de nuevos francos al año; durante quince años será necesario contar con la aportación de capital privado y el peaje. Es curioso el sistema que se va a ensayar en Bélgica: la carretera de peaje se finanza y realiza por la iniciativa privada; no se cobra a cada vehículo al pasar por la carretera, sino que es el Estado el que paga al concesionario según el número de vehículos que se sirven del tramo en cuestión, y que se obtiene en contadores fijos a la entrada y salida de la carretera. El Estado cobra los impuestos sobre los vehículos.

En definitiva, sea por las contribuciones del vehículo al Erario público, sea por el peaje, el proble-

ma económico de la carretera ha de acometerse hoy pagando el servicio aquel que lo disfruta. El lema "pays as you go" de los americanos debe ser la norma de la financiación. Y ello es posible porque, como repetidas veces hemos dicho, la carretera se puede sostener económicamente ella misma; pero hay que llevar para ello una contabilidad independiente que permita hacer el "balance" de la carretera. Este problema está al orden del día en todos los países.

En resumen: las inversiones, muy grandes siempre para poder servir al tráfico moderno, se hacen en Europa con arreglo a un plan rígido que permite:

- 1.º Conservar en perfectas condiciones de rodadura las viejas carreteras mientras llegue el momento de modernizar aquéllas en las cuales esté justificada la inversión por la intensidad del tráfico que sirven.
- 2.º Modernizar itinerarios completos, de acuerdo con la importancia del tráfico, según las disponibilidades económicas del Estado.

- 3.º Favorecer la construcción de autopistas de peaje por concesiones con o sin intervención o ayuda económica del Estado.

La nueva modalidad, el concepto de la autofinanciación de la carretera, la necesidad del "balance", que se va imponiendo, hace que poco a poco se vayan modificando las antiguas organizaciones administrativas, que son incompatibles con la eficacia de la gestión que el concepto expuesto impone. A la fría organización estatal, en la que es imposible cifrar el despilfarro de la gestión en muchos casos, hay que ir dándole, dentro del marco del Estado, el sentido de Empresa.

Y habrá que cambiar la forma de contratar, para lograr constructores técnicamente solventes y bien equipados, obligando con eficacia real a una conservación lógica de las obras; en este aspecto se ha avanzado considerablemente en Francia, Alemania e Inglaterra, donde las Empresas constructoras, conscientes de las dificultades de su tarea y sabedoras de que *sólo tendrán trabajo si lo hacen bien*, tienen laboratorios de investigación y control que pueden compararse con los del Estado. No es posible marchar hoy con leyes y reglamentos de hace 80 años; los problemas son fundamentalmente distintos. Y es un grave error intentar velar por la pureza de la Administración con fórmulas de automatismo ciego, en vez de exigencia real de la responsabilidad personal; se pierde, haciéndolo así, eficacia y agilidad de la gestión, que es imprescindible. En este aspecto se encuentran, en Europa especialmente, resistencias lógicas de las organizaciones actuales, que no quieren perder posiciones; pero se ha avanzado mucho y se avanzará aún mucho más. España inició el sistema en 1926 con el Circuito Nacional de Firmes Especiales del Conde de Guadalhorce; fué la primera organización en Europa con el sentido que hoy impera; su gestión está, aun hoy, a la vista. Posteriormente se quiso marcar otra vez la orientación con el desaparecido Plan de Modernización de Carreteras.