SEMANAS DE LA CARRETERA

AEC

ASOCIACION ESPAÑOLA DE LA CARRETERA

PONENCIAS EN SEMANAS DE LA CARRETERA

Manuel Mateos

1. “Hacia un mejor control de la velocidad actuando en las señales informativas”. XXIV Semana. 2002
2. Mezclas drenantes. Ponencia 1998
3. El número de muertes real en accidentes de tráfico y algunas propuestas hechas para su reducción. Ponencia 1995
4. “Utilización de residuos industriales en la construcción de carreteras” XX Semana. 1994
5. “Necesitamos rebajar el número de accidentes viales”. XX Semana
6. “La descentralización del sistema nacional de carreteras, las zonas deprimidas y la M-100, vía de circunvalación de Madrid”. XX Semana. 1994
7. “Las cenizas volantes con propiedades cementicias para la construcción e capas de firmes”. Semana de 1992.
8. “Señalización de obras”. Comunicación libre
9. “Suelos, control de explanaciones”. Semana XVI, 1989.
10. “Control de calidad en la señalización vertical de carreteras”. XVII Semana. 1989
11. “Creación de un banco de datos sobre control de calidad”. XVII Semana. 1989
12. “La autovía meridiano oeste en el desarrollo del Principado de Asturias”. XVII Semana. 1989
13. “Innovaciones en carreteras”. XVI Semana . 1988
14. “Explanadas, bases y subbases” XVI Semana, 1988. (no incluido)
15. “Disminución de los accidentes en las carreteras”. IX Semana, 1981(no incluido)
16. “Comentarios sobre la señal de velocidad recomendada”. IX Semana. 1975
17. “La carretera en la lucha contra la contaminación”. VIII Semana. 1973
18. “Señal para caminos sin señalizar”. VII Semana. 1971
19. “Conclusiones de la III Semana de la Carretera en España”. III Semana.1966

COMUNICACIÓN LIBRE

XXIV SEMANA DE LA CARRETERA

HACIA UN MEJOR CONTROL DE LA VELOCIDAD ACTUANDO EN LAS SEÑALES INFORMATIVAS

Por Manuel Mateos de Vicente, Dr. ICCP; PhD. MSc, PE, ITOP
(Apartado 31031 – 28080 Madrid – mmateos@iies.es)

El primer accidente mortal que vi, hace ya más de 50 años me hizo recapacitar que el culpable había que buscarlo en los fundamentos. Por ello he realizado una investigación en la cual he invertido decenas de miles de horas. Entre los muchos factores analizados están las señales que indican las velocidades, máxima, mínima y recomendaba**. La de "velocidad recomendada" fue modificada. Esta es una de las 15 señales cuyo diseño, o modificación propuse y que han sido copiadas, para hacerlas oficiales.** (Verlo en la revista CIMBRA*, "La efectividad de algunas señales de tráfico"*, por M. Mateos, Febrero 1996, Pág. 46 a 48)

La deseada reducción de la velocidad se está tratando de llevar a cabo por medio de sanciones, pero ello debe de ser complementado con estudios científicos de comportamiento de los conductores, concediéndoles algunos tramos en ciertos días donde no se limite la velocidad, y actuando en los vehículos si el conductor desea no sobrepasar una cierta velocidad que él mismo establezca, ofreciendo de serie en los vehículos, o como complemento, alguno de los varios artilugios que nos ayudan a saber a la velocidad a la que circulamos o a no sobrepasar la velocida que establezcamos para cada carretera.

También podemos hacer que el conductor respete mejor las velocidades que se establecen como legales. Por ejemplo en la señal de velocidad máxima actual no se aprovecha su superficie para optimizar el mensaje. Sin necesidad de hacer cambios legislativos se puede mejorar sobremanera su visibilidad, y por lo tanto su eficacia, simplemente haciendo los números más grandes, lo que es factible, según se puede ver en las figuras. He mostrado ambas señales a centenares de personas y siempre dicen que la de números grandes llama más la atención.

La señal de velocidad máxima que realmente recomiendo tiene un fondo rojo en vez de blanco: es decir tiene un color que llama la atención en vez de un color neutro. La analicé por primera vez hace más de 30 años en carreteras nacionales y se consiguió que los vehículos disminuyeran la velocidad máxima. Después y gracias a la cooperación de varios compañeros ha estado colocada en decenas de quilómetros de caminos, lo que me ha servido para ir sacando consecuencias sobre su efectividad. Debe de ser analizada por los organismos correspondientes europeos para comprobar su eficacia comparándola con la señal existente. Al verla mejor puede evitar muchos accidentes, pues he comprobado, como digo, que la obedecen mejor que a la oficial. Ya que es en color no se reproduce la figura, pero se puede ver en el libro “La velocidad y el placer de conducir”, por M. Mateos, Colegio de Ing. De Caminos, C. y P)

La investigación de campo de tal señal se complementó con encuestas a conductores que llevaran al menos un año en posesión del permiso de conducir, con resultados absolutamente positivos en cuanto a la interpretación de su significado y en cuanto a su opinión de que debería de sustituir a la existente.

Tenemos, pues, dos posibles mejoras de la señal de velocidad máxima, pero hemos de tener en cuenta que tales velocidades cambian con el estado del tiempo (lluvia, nieve) y con el día y la noche. Se necesita una señal para advertir que de noche se debe de circular a una velocidad máxima menor que la diurna. En las figuras adjuntas se presentan dichas señales, que durante el día se ven completamente negras y durante la noche se ve la velocidad máxima al ser alumbrada la señal por la luz de los faros.

Podía seguir haciendo recomendaciones para cambiar con el deseo de mejorar la señalización europea, pues considero que no se analizaron científicamente las señales antes de hacerlas oficiales. Ciñéndome a la señalización hay muchas otras sugerencias de cambio en las 250 artículos que he escrito sobre el tema de la seguridad vial. Pero estaré contento si se toman en serio mis recomendaciones para mejorar tan solo una señal en un aspecto en el cual se culpa que ocurre la mayor parte de las víctimas: el exceso de velocidad. Más información sobre mis propuestas, surgidas a lo largo de más de 40 años de investigación y miles de horas invertidas en ello, se puede consultar, gratuitamente en Internet en
www . manuelmateos . info

donde se puede computar que las propuestas que he hecho y que han sido copiadas y llevadas a la práctica, en los varios aspectos de la seguridad vial, pueden haber evitado unas 10.000 víctimas mortales. Esta cifra se puede calcular a partir de 1964 cuando empecé a formular propuestas para reducir los accidentes viales, para la cual ofrezco un informe amplio que hice aquel año sobre los altos índices de accidentalidad en España, que siguen siendo altos en este año 2002. Comparando las propuestas llevadas a la práctica por la Administración, Compañías de Seguros y fabricantes de coches, con los índices de accidentalidad de cada año se puede ver que la cifra que calculo por mi labor desinteresada tal vez sea mayor.

Sobre el autor: **Manuel Mateos de Vicente**, está diplomado o ha realizado los siguientes estudios:

- Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Ayudante de Obras Públicas (hoy Ingeniero Técnico de Obras Públicas).
- Master of Science, por la Iowa State University of Science and Technology, EE.UU.,
- Doctor of Philosophy (PhD), por la Iowa State University.
- Professional Highway Engineer, Iowa Board of Engineering Examiners
- Professional Civil Engineer, Iowa Board of Engineering Examiners
- Estudios en Salzburgo, Austria, sobre Trafico y Planeamiento Urbano.
- Estudios de Antropología en el Instituto Iberoamericano de Antropología 1967-1969.

En cuestión de enseñanza ha estado afecto a las siguientes Universidades:

- Profesor e Investigador, Iowa State University.
- Profesor External Examiner, Leeds University, Inglaterra.
- Profesor, Universidad Politécnica de Madrid.
- *Investigador: Norges Geotekniske Institutt, Oslo, Noruega y en Iowa State University

Tiene relación con multitud de organismos y asociaciones relacionadas con el tránsito vial:

-Miembro desde 1959 del Transportation Research Board, Academia Nacional de Ingeniería, del National Research Council - National Academy of Sciences de EE. UU.

-Miembro desde 1960 de la American Society for Testing and Materials (ASTM), y vocal en dos de sus comités.

-Miembro Vitalicio del Institute of Transportation (Traffic) Engineers
-Miembro Vitalicio, Categoría Fellow, de la American Society of Civil Engineers.
-Miembro Vitalicio de la American Association for the Advancement of Science.
-Miembro Vitalicio de la Iowa Academy of Sciences.
-Miembro Vitalicio de la Sociedad Honoraria Científica Sigma Xi.
-Miembro Vitalicio de la Soil and Water Conservation Society.
-Miembro Vitalicio de la National Geographic Society.
-Miembro honorario de la Asociación Española de la Carretera.
-Miembro de la Asociación Técnica de Carreteras.
*Del Comité sobre Seguridad Vial de la Asociación Técnica de la Carretera.
*Del Comité de Inventiva y Creatividad del Instituto de la Ingeniería de España.
*Miembro correspondiente, Instituto de Formación Vial, Uruguay.

Otras actividades o premios:

*Medalla de bronce de la Asociación Española de la Carretera.
*Fue del Comité Estudiantil de Tráfico de la Universidad Iowa State.
*Socio Protector de la Real Academia Española de la Lengua.
*Premio periodismo CIMBRA, 1991.
*Premio Luxan, sobre el uso de puzolanas en la construcción
*Premio especial, único, “Cimbra de Oro”, 2002.
*Autor de cuatro libros sobre hidráulica
*Autor de dos libros sobre seguridad vial
*Autor de un libro sobre caminos de bajo coste (2002 o 2003)
*Autor de un vocabulario con mil términos charros - salmantinos

PONENCIAS EN SEMANAS DE LA CARRETERA

MEZCLAS DRENANTES

por **Manuel Mateos**, Dr. Ing. de C.C. y P.; Dr. of Ph.; ITOP

Con referencia al número de Noviembre-Diciembre de 1997 de la Revista CARRETERAS, monográfico sobre "Mezclas Drenantes", puede ser de interés informar sobre uno construido hace 45 años.

Como aportación a la historia de los llamados "nuevos" pavimentos debo mencionar que en el año 1952 construí uno, como contratista, en la Carretera León-Santander, dentro de León donde era la calle Álvaro López Núñez. Los ingenieros autores del proyecto, y directores de la obra, fueron Don Francisco Rodero y Don Antonio Pariente. Tal aglomerado drenante se denominaba "abierto". No tenía finos. Era increíblemente delgado, de tan solo una pulgada (2,5 cm) de espesor. Para que la gravilla quedara pegada, la mezcla de proyecto era, si mal no recuerdo, de 20 por ciento alquitrán y 80 por ciento betún asfáltico de muy baja penetración (como 40-60). Todo se hizo a mano. Se calentaba la gravilla en unos descomunales cazos que mandé construir, de más de un metro de diámetro. Se mezclaba en una hormigonera corriente, a la que tuve que cambiar los engranajes, pues al ritmo de vueltas de hacer hormigón de cemento el aglomerado se hacía una gran pelota. Se extendía a mano. Era una época cuando el desempleo era del cero por ciento. Por ello tuve que buscar mano de obra, y se me ocurrió acudir a gitanos y gitanas, a los cuales enseñé la práctica de hacer aglomerado (según me han informado actualmente en León los que mejor trabajan el aglomerado son los gitanos; probablemente descendientes de aquellos a los que enseñé). Las mujeres gitanas pintaban a mano el hormigón de la base con betún, previo barrido. He de mencionar que los gitanos trabajaron excelentemente y quedé agradecido pues me permitieron terminar la obra dentro de su plazo. He hablado actualmente con nuestro compañero Antonio Pariente y me dice que aquel pavimento "abierto", que hoy sería "drenante", duró muchos años.

EL NUMERO DE MUERTES REAL EN ACCIDENTES DE TRAFICO Y ALGUNAS PROPUESTAS HECHAS PARA SU REDUCCION

Por **Manuel Mateos**
Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P., M.Sc. (Iowa State University)

Se han empezado a rebajar en España las cifras de accidentes viales. La cifra de muertos rondaba estos últimos años los 9.000, considerando los que mueren semanas después del accidente. De acuerdo con nuestros conocimientos generales sobre la técnica del tránsito debería ser reducida a la tercera parte. Para ello existe la experiencia de otros países, donde los muertos por cada 100 millones de kilómetros recorridos son, para 1991, del orden de 2,8 (Gran Bretaña, contándolos hasta 30 días después del accidente), 5,1 (Italia, hasta 7 días después),6.4 (Alemania, hasta 30 días), frente a los 17,1 de España, (sólo los del día del accidente).Ver el Gráfico 1.

Estoy plenamente convencido que se pueden y se deben reducir muchísimo los accidentes viales en España. Para ello he escrito más de un centenar de artículos y comunicaciones, en diversos medios, con más de un centenar de propuestas para la reducción de accidentes. El primer artículo sobre el tema lo escribí en CARRETERAS, hace más de 30 años, pues ya entonces era preocupante el alto índice de accidentes habidos en España. Es posible la reducción de accidentes, pues viendo el Gráfico 1 se queda unc convencido de ello, donde España tiene una cota excesivamente elevada; extrapolando los muertos en un día en España hasta 30 días, y comparándolos con los de Gran Bretaña, se observa **que en España mueren unas 7 veces más personas que en Gran Bretaña.** Luego hay un amplio campo para rebajar los accidentes viales, incluidos los de carretera y ciudades.

Cuando se hacen análisis comparativos de los accidentes en varias naciones hay que saber dentro de que límites de tiempo nos movemos, es decir unificar criterios. Actualmente las cifras oscilan desde **los que mueren en un año (Estados Unidos)**, hasta los que mueren **el día del accidente (España)**. Para estos análisis lo que considero más justo, aunque requiera un análisis estadístico, es **el número de muertes por cada 100 millones de kilómetros recorridos** por los vehículos del país. Cuando está un coche guardado, o aparcado, no produce accidentes; por ello se ha de basar el análisis en las distancias recorridas. Como complemento, pero poco significativo, se suele mencionar los muertos por millón de habitantes o por número de vehículos existentes en el país.

En el Gráfico 1 podemos apreciar que **España está a la cabeza en número de muertos por recorrido** en los países que seleccionan. Como España es un país que contabiliza solamente los muertos habidos en el día, un ajuste comparativo haría que España se destacara aún más, según se ve en el Gráfico 2.

En la Tabla 1 se puede ver que **España estaba también a la cabeza en ineficacia para reducir los accidentes**, pues es el único país de los listados donde el número de muertos ha ido aumentando desde 1970 hasta 1990. Todos disminuyeron los accidentes tomando como base los de 1970, **excepto España.**

La culpa de tantas muertes y tantos accidentes no es solamente de la carretera. Hay centenares de factores que influyen en ellos. Yo he tratado de condensarlos en lo que llamo **LAS DIEZ CES**.

Conductor
Coche

Carretera
Control
Código
Comunidad
Comunicación
Conocimientos
Cortesía.
Cuotas del seguro

Los tres aspectos básicos son el **conductor, el coche y la carretera**.

El **Conductor** es siempre el responsable más directo de los accidentes. Si supiera controlarse en todas las situaciones, conducir a la velocidad adecuada, estar atento a la señalización, revisar el coche periódicamente, etc. no habría prácticamente ningún accidente**.**

Los **Coches** se fabrican últimamente con ciertas mejoras tendentes a ser cada vez más seguros en caso de accidente. Pero el conductor debe llevarlo con conciencia y a una velocidad moderada, de acuerdo con las características de la carretera y de los otros usuarios.

En cuanto a las **Carreteras** se han mejorado en los últimos años y se han abierto miles de quilómetros de autovías que tienen las características de autopistas, pero sin peaje. No obstante, hay que seguir mejorando varios factores, entre ellos que los carteles y señales de la circulación estén bien puestos y sean más eficaces.

Es absolutamente necesario el **Control** del tráfico a través de elementos como las señales, los semáforos, los captafaros, las biondas, etc. y, sobre todo, por la labor de los agentes**.** Estos últimos deben responsabilizar al conductor que conduzca peligrosamente con infracciones que se ajusten a cada situación. En caso de conducir peligrosamente, en algunos países, con tasa de accidentes varias veces menor que la de España, se llega a imponer multas de una cuantía que nosotros consideraríamos exagerada, y en algunos casos se pena hasta con cárcel por largos períodos de tiempo. A los conductores peligrosos se les debería exigir una prestación social.

Es necesario que el **Código** de la circulación sea adaptado para que su lectura sea fácil para los muchos millones de españoles que conducen; que en sus próximas ediciones se recurra a unas expresiones fáciles de entender por todos, con frases lo más cortas posibles, poco subordinadas para que no den lugar a confusión. Debería tal vez imprimirse una síntesis oficial del Código para cada permiso de conducir, empezando por uno que se dirija exclusivamente a los conductores de motocicletas y otro a los de turismos. De hacerlo así, conviene que sea en lenguaje normal, no en el lenguaje de los juristas.

El papel de la **Comunidad** debe ser más consciente de todos los factores que contribuyen a tener accidentes. Esto ya está reflejado en el Pacto Social sobre la Seguridad Vial de 1994.

Necesitamos que los medios de **Comunicación** sigan ayudando en la labor de destacar que los accidentes se tienen que reducir. La última campaña de la Dirección General de Tráfico ha ayudado a que muchos conductores tomen conciencia de la gravedad que implican ciertas formas de conducir los vehículos.

Es también imprescindible, por parte de los técnicos y de los usuarios, estar al día en los **Conocimientos** generales acerca de todos los factores que influyen en la circulación y sus peligros. Dar

importancia principalmente a los que se adquieren en las escuelas primarias, pues todos formamos parte del tránsito, bien como peatones, como pasajeros, o como conductores.

Las **cuotas del seguro** deben ir siempre en relación con los accidentes o infracciones que haya tenido el conductor o conductores del vehículo.

Finalmente, y sobre todo, hay que recuperar ciertas formas de convivencia y que los conductores tengamos la suficiente **Cortesía** para aportar cada uno nuestro grano de arena en un problema tan preocupante como tener actualmente unos 8.000 muertos en total al año en las carreteras y calles de España; prácticamente uno cada hora.

Otra C puede ser la **cuantía de las multas** por infracciones. Está muy relacionada la cuantía de las multas con la forma de conducir de gran parte de los conductores. A mayor cuantía menos accidentes.

En la revista *CARRETERAS* hice a lo largo de varios años muchas propuestas sobre diversos factores relacionados con la circulación. Ya he indicado que fue una labor que inicié debido a que me pareció muy elevada la tasa de accidentes en España. Estimo necesario mencionarlas con una breve descripción de su contenido, pues hay muchas propuestas todavía válidas, 30 años después, y que, si se adoptan, pueden **contribuir a que disminuyan los accidentes en España.**

"Los Accidentes y sus Costes", por M. Mateos, Nº 89 de *CARRETERAS,* 5 páginas. Mayo de 1964: En esta primera comunicación analicé el coste real de los accidentes, apoyándome en las estadísticas de otros países, y en visitas a hospitales. Di un número real de muertos teniendo en cuenta los heridos graves que mueren después en los hospitales (**Se ha adoptado ahora el computar los muertos hasta 30 días después del accidente**).

"Hacia una Vulgarización del Código de la Circulación", por M. Mateos, Núm. 91 y 92 de *CARRETERAS*, 6 pág. Julio y Agosto de 1964: El Código de la Circulación era incomprensible para la gran mayoría de los españoles. La primera tarea legal a realizar es la preparación de un Código simplificado, que se pudiera entender por todo el mundo, escrito llanamente, sin frases largas, ni muchas oraciones subordinadas. Este Código simplificado ayudaría mucho a mejorar la circulación y contribuiría a la reducción de los accidentes viales. Presenté en este artículo un modelo de Código simplificado.(**Actualmente sigue publicándose en un lenguaje difícil de entender, y hay publicaciones oficiales que siguen sin entenderse por la gran mayoría**).

"Comentarios al Carnet de Conducir", por M. Mateos, Nº 97 de *CARRETE- RAS,* Pág. 44 a 47. Enero de 1965: Hice comentarios sobre las dificultades y exceso de papeleo que existían entonces para la obtención del carnet de conducir. También comenté que el carnet fuera de una sola hoja, en vez de un tríptico, y de tamaño igual al DNI. (**Aún hoy día existen frases en los test con significado difícil de captar, y el carnet sigue siendo un tríptico**).

"La Mejora de la Señal de Peligro Indefinido", por M. Mateos, Nº 100 de *CARRETERAS,* Pág. 46 y 47, Abril 1965: Entonces más de una sexta parte de los conductores con carnet no sabían su significado (**Se adaptó posteriormente una señal que propuse,** ver "Análisis de una nueva señal de peligro indefinido", *CIMBRA,* Marzo de 1972).

"Propuesta de una Señal para Aumentar la Fluidez del Tránsito en Vías con Semáforos", por M. Mateos, Nº 103 de *CARRETERAS,* Julio 1965: Propuse una nueva señal para indicar la velocidad adecuada para transitar en fase verde por una vía con semáforos sincronizados (**Es de esperar que se analice su eficacia**).

"Los Arboles y los Accidentes Viales", por M. Mateos, *CARRETERAS,* Pág. 25 a 29, Octubre de 1965: Entonces había árboles peligrosos que hasta estaban en medio de la calzada. Aparte recomendaba que la policía de carreteras no llevara solamente motos, sino también vehículos corrientes, de distintas marcas y con matrículas no oficiales. (**Parte de estas recomendaciones se han llevado a la práctica. La de llevar la Policía vehículos con matrícula no oficial se ha adoptado unos 30 años después de propuesta**).

"La Tasa de Aparcamiento", por M. Mateos, *CARRETERAS,* Pág. 53, Noviembre 1965: Cuestionaba la tasa de aparcamiento que se estableció entonces porque obligaba a comprar una en cada población donde se circulara. (Se abolió tal tasa). Analicé someramente el problema de los aparcamientos, su escasez, y aconsejaba que los edificios nuevos tuvieran aparcamiento, que se unificaran los impuestos para evitar pérdidas de tiempo al contribuyente, etc. (**Se siguen construyendo edificios en toda España sin aparcamiento dentro de ellos**).

"Análisis Esquemático de unas Señales de Tránsito", por M. Mateos, Nº 109, *CARRETERAS,* ENERO 1966: Me referí a las señales B-236, porque en encuestas que realicé nadie supo decirme su significado exacto. La modificación que presenté la entendía todo el mundo, según encuestas que hice (**Tales señales B-236, ahora R-308, ya se han modificado**).

"Mayor Eficacia en las Señales de Peligro", por M. Mateos, *CARRETERAS,* Nº 112, Pág. 38 y 39. Abril 1966: Presenté una variante al triángulo; hacerlas cuadradas con una diagonal vertical, formato usado en todas las Américas. Demostré que algunas señales mejoraban en visibilidad (**Sigo pensando que se debería estudiar esta propuesta**).

"Comentarios a las Señales de Preferencia de Paso en Vías Estrechas", por M. Mateos, Nº 126 de *CARRETERAS,* Pág. 44 y 45, Junio de 1967: Analicé las señales de estrechamiento de calzada por donde sólo puede circular un vehículo (Las B-310 y C-504, ahora R-5 y R-6). Estas señales no se atienen aún a ninguna regla del Código. Recomendé unas que sí siguen las normas del Código de entonces y del actual, y que suponen una economía. Son fáciles de comprender. (**Sigo pensando que se deben cambiar las R-5 y R-6, por tener mensajes que no están de acuerdo con las normas**).

"El Seguro y los Accidentes Viales", por M. Mateos, Nº 131 de *CARRETERAS,* 5 pág. Noviembre de 1967: Analicé una vez más la problemática de los accidentes e hice sugerencias sobre medidas que podrían tomar las Compañías de Seguros para reducir los accidentes: bonificaciones hasta del 50 por 100 de la prima para aquellos conductores que no tengan accidentes; ejercer influencia para mejorar los vehículos (acolchado interior, rediseño del volante, perfeccionamiento de los cierres de las puertas, mayor grosor de chapa en el habitáculo de los pasajeros, etc.); conocer la eficacia de los cinturones de seguridad pues entonces no se había incorporado la bandolera; cooperación con la policía de la circulación*;* creación de un cuerpo civil que coopere en la seguridad vial; ayudar a descubrir los puntos negros por los partes de accidentes que reciben; ayudar a establecer límites de velocidad en los tramos donde haya accidentes en exceso; realizar inversiones en investigación; y en definitiva no elevar las primas sistemáticamente sino ayudar a reducir los accidentes. (**Parte de estas sugerencias se han ido adoptando después**, aunque quedan otras por aceptar).

"Los Neumáticos con Clavos son Peligrosos y Causan Considerables Daños a los Pavimentos", por M. Mateos, Nº 188 de *CARRETERAS,* Pág. 30, Agosto de 1972: Analicé las ventajas e inconvenientes de los neumáticos con clavos e hice hincapié en los destrozos que causan en los pavimentos.

"La Señalización de Carreteras", por M. Mateos, *III Semana de la Carretera,* 1965: Analicé brevemente las señalizaciones europea y americana. Mencioné las mejoras que estimaba necesarias para las señales de paso a nivel con ferrocarril, de cruce con semáforos, de circulación obligatoria en rotondas, de prioridad en paso estrecho y de preferencia en el sentido contrario (**Se han adoptado últimamente dos de las propuestas para indicar las salidas de la carretera**).

"La Carretera en la Lucha Contra la Contaminación. Factores Favorables y Desfavorables", por M. Mateos, *VIII Semana de la Carretera,* 1973: Aporté algunas experiencias al llevar trabajando desde 1956 en investigación relacionada con la contaminación. Mencioné que en la construcción de carreteras se pueden utilizar materiales de desecho y productos contaminantes. Analicé (¿por primera vez?) la sonoridad de los distintos pavimentos. Mencioné el cansancio que puede experimentar algún conductor al pasar por lugares de contrastes rápidos luz-obscuridad, como son los árboles colocados de una manera uniforme a los lados de la carretera, las luces de los túneles, o los bordillos pintados en franjas, así como la carretera usada como basurero nacional (Todavía existe esta costumbre, sobre todo los lunes al regresar a la ciudad desde la casa del campo o del pueblo). En algunos países multan hasta el equivalente de cien mil pesetas, al que lanza algo por la ventanilla del coche. Por último comenté el mal efecto causado por señales en abandono, oxidadas o por la densidad de carteles anunciadores (**Se construyen ahora muros para aminorar los ruidos).**

"Comentarios a la Señal de Velocidad Recomendada", por M. Mateos, *IX Semana de la Carretera,* 1975: Analicé la señal C-503, ahora S-7, mediante encuestas a conductores; **la mitad de ellos no recordaban su significado.** Para mejorarla propuse dos cosas, primero que los números fueran mayores por haber espacio sobrante para ello, y que se colocara un cartel explicativo de su significado. Estas modificaciones las puse en carreteras experimentales y hallé una buena interpretación de ella por los conductores (**Se ha adoptado la propuesta en las que se han colocado en las nuevas Autovías).**

"Disminución de los Accidentes en las Carreteras", por M. Mateos, *XII Semana de la Carretera,* 1981: Volví a evaluar los grandes costes de los accidentes viales y puse de manifiesto la necesidad de una actuación profesional para disminuirlos. Analicé dos temas, el de los obstáculos en las posibles trayectorias de los vehículos y el de la utilización de señales ligeras para tener una menor peligrosidad en caso de chocar contra ellas.(**Sigue habiendo obstáculos en algunas carreteras, caminos y calles, y sigo insistiendo en que hay otros materiales, aparte del hierro, que el MOP debería considerar como soporte alternativo para las señales de tráfico, pues en algunos casos puede suponer un ahorro muy importante**).

Ponencia I-1: "Nuevos métodos para el estudio del tráfico en la carretera", por M. Mateos, *XVI Semana de la Carretera,* 1988. Expongo mi preocupación por los accidentes lo que me ha llevado a hacer investigación sobre nuevos métodos.

Ponencia IV-1: "Maquinaria", por M. Mateos, *XVI Semana de la Carretera,* 1988. Comento las innovaciones que he propuesto para evitar algunos accidentes viales donde pudiera estar comprometida la maquinaria de obras públicas.

Ponencia IV-1: "Pavimentos", por M. Mateos, *XVI Semana de la Carretera,* 1988. Comento que en los pavimentos nuevos de hormigón se están haciendo unas estrías excesivamente profundas que causan molestias a los conductores, lo que se puede traducir en accidentes.

"Control de calidad en la señalización vertical de carreteras", por M. Mateos, *XVII Semana de la Carretera,* 1989. Comento sobre los distintos materiales para la fabricación de señales, sobre la necesidad

que quién haga las normas tenga conocimientos suficientes para hacerlas bien. Que unas normas y especificaciones demasiado estrictas anulan la creatividad.

"La Autovía Meridiana Oeste en el Desarrollo del Principado de Asturias", por M. Mateos, *XVII Semana de la Carretera,* 1989: Esta Autovía o Autopista Norte Sur, aparte de mejorar la comunicación entre Galicia y Asturias con Andalucía y con el resto de España, ahorraría tal cantidad de accidentes que podría autofinanciarse. (**Según parece se va a construir esta Arteria**).

"La Descentralización del Sistema Nacional de Carreteras, Las Zonas Deprimidas, y la M-100, Vía de Circunvalación de Madrid", por M. Mateos, *XX Semana de la Carretera*, 1994. Se proponen unas autopistas siguiendo los meridianos y paralelos a más de 100 km de Madrid. Al mismo tiempo servirían de vía de circunvalación de Madrid, al desviar parte del tránsito que actualmente circula por la Capital

EN RESUMEN. Reducir los accidentes viales es factible en España. Para ello hemos de tener en cuenta lo que llamo **las 10 C's**. No es solamente culpable la **Carretera**, sino muchos otros factores. Uno de ellos son los **Conocimientos** que sobre la circulación y sus peligros adquirimos en las escuelas y por los técnicos, que deben estar al día. Que el **Código** de la circulación sea lógico, que se entienda, que no esté escrito por juristas. Que el **Control** por los agentes sea eficaz y se centre en las causas de los accidentes. Que la **Comunidad** sea más consciente de todos los factores que contribuyen a tener accidentes. Que el **Conductor** sepa que él puede reducir los accidentes en más de un 90 por 100. Que los **Coches** se fabriquen con ciertos detalles de muy bajo coste para que se pudieran evitar algunos accidentes (ver "Los coches y su seguridad", 40 propuestas, *CIMBRA,* Octubre de 1992). Que los medios de **Comunicación** sigan informando sobre los accidentes y lo que contribuye a su reducción. Que se establezcan las **cuotas** del seguro no sólo en función de la accidentalidad del mismo, sino de las infracciones de sus conductores. Por último, lo más sencillo, que volvamos a establecer que la **Cortesía** es necesaria para una convivencia social y que se debe aplicar entre los conductores, como se hace en aquellos países donde mueren hasta siete veces menos personas por causa de los accidentes viales.

Agradecimiento. A la Asociación Española de la Carretera por haber hecho posible presentar desde hace 30 años estas propuestas, ya que muchas han sido adoptadas y porque todavía quedan otras propuestas en que su adopción puede contribuir a la reducción de los excesivos accidentes viales.

XX Semana de la Carretera

NECESITAMOS REBAJAR EL NUMERO DE ACCIDENTES VIALES

Por **Manuel Mateos de Vicente** (Dr. Ing. C.C. y P.; Ph. Dr. - Iowa State University)

Se han empezado a rebajar en España las cifras de accidentes viales, aunque con un retraso de 20 años con respecto a otros países de nuestra cultura (Ver Referencia 1 al final). La cifra de muertos que rondaba estos últimos años los 9.000 deberá ser reducida a la tercera parte. Para ello existe la experiencia de otros países, donde los muertos por cada 100 millones de kilómetros recorridos son del orden de 3,4 (Inglaterra), 4,5 (Italia), 4.6 (Alemania), frente a los 14.8 de España (Ref. 1).

La culpa de tantas muertes y tantos accidentes no es solamente de las carreteras, pues según expliqué recientemente en una Conferencia que impartí en el Colegio de Caminos de Madrid, influyen lo que yo llamo las **9 C´s**:

Conocimientos
Código
Control
Comunidad
Conductor
Carretera
Coche
Comunicación
Cortesía.

En la revista "Carreteras" de esta Asociación, y en algunas Semanas de la Carretera he venido haciendo propuestas para disminuir los accidentes. Algunas surtieron efecto y fueron aceptadas gracias a la difusión prestada por la Asociación Española de la Carretera. Hay todavía muchas que están por aceptar, que son válidas y que pueden contribuir a que disminuyan los accidentes en España. Por ello me permito mencionarlas a continuación. Menciono también aquellas que han sido adoptadas para conminar a otros compañeros a que sigan en la búsqueda de soluciones al problema de los accidentes viales.

"Los accidentes y sus costes", se publicó en *Carreteras* de Mayo de 1964. En esta primera comunicación analicé el número real posible de muertes, ya que no creía justo que se mencionaran solamente los muertos en el día del accidente. También hice un análisis del coste nacional de los accidentes. *Se está dando últimamente una cifra de muertos que se acerca ya a los que mueren hasta 30 dias después del accidente; propuesta que ha sido llevada a la práctica 30 años después de ser publicada. También la cifra total de coste que halle entonces es muy similar a la que se barajea actualmente, si tenemos en cuenta el aumento del coste de la vida así como del número de muertes.*

"Hacia una vulgarización del Código de la Circulación", en *Carreteras* de Agosto de 1964. Al encontrar que eran muchas las personas que no entendían el Código presenté un modelo del Estado de Iowa, escrito de forma sencilla y que resume en cuatro hojas todas las leyes que debe saber un conductor de turismos. Sugerí que una vez puesto el Código en un lenguaje asequible a todos, que las multas fueran más elevadas. *Sigue siendo todavía necesario en España que las leyes estén escritas de forma sencilla. Las multas se han elevado mucho en los últimos años.*

"La divulgación del Código de la Circulación", en *Carreteras*, Octubre 1964. Sugerí que haya organismos oficiales que den a conocer las leyes de la circulación de una manera simple. Puse como ejemplo un folleto del Servicio de Extensión Agraria

"Comentarios al carnet de conducir", en *Carreteras*, Enero 1965. Hice comentarios sobre las dificultades y exceso de papeleo que existían entonces para la obtención del carnet; expresaba que el tamaño era excesivo, pues todo puede ir en una sola hoja del tríptico. Pedía se retirara con más facilidad ante infracciones graves y que se imprimiera la frase siguiente: **Este permiso de conducir está expedido condicionalmente y será anulado si su titular conduce peligrosamente.** También sugería se escribiera en el carnet las faltas que cometa su titular *Algunas cosas han cambiado en efecto, pero sigo pensando que no es necesario un tríptico.*

"La mejora de la señal de peligro indefinido", en *Carreteras*, Abril 1965. Al hallar en encuestas que más de la sexta parte de los conductores no sabían su significado propuse se modificara. Al final se ha aceptado una que propuse posteriormente en la revista CIMBRA de Marzo de 1972. *Pude contribuir a cambiar una señal poco eficaz.*

"Propuesta de una señal para aumentar la fluidez del tránsito", en *Carreteras*, Julio 1965. Pedí se señalizara la velocidad de sincronización de los semáforos, en un círculo verde. *Sigue siendo una propuesta válida*.

"Los arboles y los accidentes viales". en *Carreteras*, Octubre 1965. Entonces había árboles peligrosos hasta en el medio de algunas calzadas, lo que comenté e hice algunas propuestas. Es de interés señalar que ya entonces recomendaba que los agentes fueran menos estáticos y que llevaran coches con matrícula civil, de distintas marcas, lo que se está llevando a cabo 30 años después, por su gran eficacia. *Se haya tardado mucho tiempo en aplicarla*.

"La tasa de aparcamiento", en *Carreteras* Noviembre de 1965. Cuestionaba la tasa de aparcamiento que se estableció entonces, ya que obligaba a comprar una en cada población donde se circulara. Actualmente se paga sólo en el Ayuntamiento donde esté censado el propietario del coche. Recomendaba que los edificios se construyeran con aparcamiento, lo que no era norma entonces, y que se unificaran los impuestos para evitar pérdida de tiempo al los conductores.

"Análisis esquemático de unas señales de tránsito", en *Carreteras*, de Enero 1966. Me referí a las señales B-236, porque en encuestas que hice nadie supo decirme su significado exacto. La modificación que presenté la entendía todo el mundo. Ya se han modificado y ahora son las R-308. *Sigo insistiendo en que la modificación que propuse se entiende mejor que las R-308. Se debería analizar oficialmente mi propuesta*.

"Mayor eficacia en las señales de peligro". Presenté una variante al triángulo: hacerlas también cuadradas con una diagonal vertical, formato usado en todas las Américas. Demostré que algunas señales mejoraban en visibilidad. Hubo eco a esta propuesta en otras publicaciones europeas. *Sigo pensando que se debería analizar oficialmente esta propuesta*.

"Comentarios a las señales de preferencia de paso en vías estrechas". en *Carreteras*, Junio 1967. Analicé las señales de estrechamiento de calzada por donde sólo puede circular un vehículo (Las entonces B-310 y C-504, ahora R-5 y R-6). Estas señales están mal, a mi modo de ver, pues no se atienen a ninguna regla del Código. Recomendé otras que sí siguen las normas del Código tanto de entonces como del actual, y que además suponen una economía. Son fáciles de comprender, según comprobé en encuestas que hice. *Insisto en que conviene cambiar las actuales y substituirlas por las que propuse hace 27 años*.

"El seguro y los accidentes viales", en *Carreteras*, Noviembre 1967. Fue este un estudio exhaustivo sobre el papel de las compañías de seguros en los accidentes de la circulación. Hice numerosas sugerencias sobre medidas que podrían tomar, entre las cuales están las siguientes:

-Bonificación hasta el 50 por 100 de la prima a aquellos conductores que no tengan accidentes.

-Ejercer influencia para mejorar los vehículos (acolchado interior, rediseño del volante, perfeccionamiento de los cierres de las puertas, mayor grosor de chapa en el habitáculo de los pasajeros, etc.).

Saber la eficacia real de los cinturones de seguridad, pues entonces no se había incorporado la parte en bandolera.

-Cooperación con la policía de la circulación.

-Creación de un cuerpo civil que coopere en la seguridad vial.

-Ayudar a descubrir los puntos negros por los partes de accidentes que reciben

-Ayudar a establecer límites de velocidad en los tramos donde haya accidentes en exceso.

-Realizar inversiones en investigación.

-Y en definitiva no elevar las primas sistemáticamente sino ayudar a reducir los accidentes.

Parte de estas sugerencias se han ido adoptando después, pero otras debería ponerse en práctica, como cooperar con la policía para subir las primas a aquellos conductores que tengan sanciones (como se hace ya en otros países); más investigación sobre accidentes; ayudar a conocer la verdad sobre la gran influencia de las altas velocidades en los accidentes, etc.

"Los Neumáticos con Clavos son Peligrosos y Causan Considerables Daños a los Pavimentos", *CARRETERAS,* Agosto de 1972: Analicé las ventajas e inconvenientes de los neumáticos con clavos e hice hincapié en los destrozos que causan en los pavimentos, que pueden causar accidentes. *Ya ha pasado la moda de ponerlos pues hay ahora mejores neumáticos para la nieve.*

"La Señalización de Carreteras", *III Semana de la Carretera,* 1965: Analicé brevemente las señalizaciones europea y americana. Mencioné las mejoras que estimaba necesarias para las señales de paso a nivel con ferrocarril, de cruce con semáforos, de circulación obligatoria en rotondas, de

prioridad en paso estrecho y de preferencia en el sentido contrario. *La única que se ha adoptado es una de las mejoras propuestas para las señales de paso a nivel con ferrocarril: aumentar el grosor de la banda a medida que nos vamos acercando al cruce. Siguen las bandas con dos inclinaciones para pasos con o sin barreras, lo que nadie entiende y que hay que modificar. Sigo pensando que es más eficaz mi propuesta de señales para cruce con semáforo, y para circulación en rotonda. Sigo pensando que las señales R-3 y R-4 no siguen las normas del código y que la que propuse entonces (hace 30 años) sigue siendo más adecuada. Las señales de prioridad en paso estrecho son las propuestas en Carreteras y siguen estando más de acuerdo con el Código que las que están aún vigentes.*

"La Carretera en la Lucha Contra la Contaminación. Factores Favorables y Desfavorables", *VIII Semana de la Carretera,* 1973: Aporté algunas experiencias al llevar trabajando desde 1956 en investigación relacionada con la contaminación. Mencioné que en la construcción de carreteras se pueden utilizar materiales de desecho y productos contaminantes. Analicé (¿por primera vez?) la sonoridad de los distintos pavimentos. Mencioné el cansancio que puede experimentar algún conductor al pasar por lugares de contrastes rápidos luz-obscuridad (lo que llamo ***fotopulsa-ciones***), como son los árboles colocados de una manera uniforme a los lados de la carretera, las luces de los túneles, o los bordillos pintados en franjas. También el efecto negativo en el conductor con la carretera usada como basurero nacional (*Todavía existe esta costumbre, sobre todo los lunes al regresar a la ciudad desde la casa del campo o del pueblo. En algunos países multan hasta el equivalente de cien mil pesetas, al que lanza algo por la ventanilla del coche*). Por último comenté el mal efecto causado por señales en abandono, oxidadas o por la densidad de carteles anunciadores. *Muchas de estas propuestas siguen vigentes y se deben analizar oficialmente pues mueren demasiadas personas en las carreteras de España.*

"Comentarios a la Señal de Velocidad Recomendada", *IX Semana de la Carretera,* 1975: Analicé la señal C-503, ahora S-7, mediante encuestas a conductores; **la mitad de ellos no recordaban su significado.** Para mejorarla propuse dos cosas, primero que los números fueran mayores por haber espacio

sobrante para ello, y que se colocara un cartel explicativo de su significado. Estas modificaciones las puse en carreteras experimentales y hallé una buena interpretación de ella por los conductores. *He visto que últimamente se ha aceptado esta propuesta en lo que se refiere al tamaño de los números*.

"Disminución de los Accidentes en las Carreteras", *XII Semana de la Carretera,* 1981: Volví a evaluar los grandes costes de los accidentes viales y puse de manifiesto la necesidad de una actuación profesional para disminuirlos. Analicé dos temas, el de los obstáculos en las posibles trayectorias de los vehículos y el de la utilización de señales ligeras para tener una menor peligrosidad en caso de chocar contra ellas. *Sigue habiendo obstáculos en algunas carreteras, caminos y calles, y sigo insistiendo en que hay otros materiales, aparte del hierro, que el MOPT debería considerar como soporte alternativo para las señales de tráfico, pues en algunos casos puede suponer un ahorro muy importante*.

Ponencia I-1: "Nuevos Métodos para el estudio del tráfico en la carretera", *XVI Semana de la Carretera,* 1988. Expongo mi preocupación por los accidentes lo que me llevó a hacer investigación sobre nuevos métodos.

Ponencia IV-1: "Maquinaria", por *XVI Semana de la Carretera,* 1988. Comento las innovaciones que he propuesto para evitar algunos accidentes viales donde pudiera estar comprometida la maquinaria de obras públicas. C*omo casi todas las propuestas que he hecho necesita poca inversión económica*.

Ponencia IV-1: "Pavimentos", *XVI Semana de la Carretera,* 1988. Comento que en los pavimentos nuevos de hormigón se están haciendo unas estrías excesivamente profundas que causan molestias a los conductores, lo que se puede traducir en accidentes. *Se están construyendo pavimentos con el firme que considero peligroso debido a la terminación con estrías profundas hechas en ondulaciones*.

"Control de calidad en la señalización vertical de carreteras", *XVII Semana de la Carretera,* 1989. Comento sobre los distintos materiales para la fabricación de señales, y sobre la necesidad de que quien haga las normas tenga conocimientos suficientes para hacerlas bien. Que unas normas y especificaciones demasiado estrictas anulan la creatividad.

"La Autovía Meridiana Oeste en el Desarrollo del Principado de Asturias", por *XVII Semana de la Carretera,* 1989: Esta Autovía o Autopista Norte Sur, aparte de mejorar la comunicación entre Galicia y Asturias con Andalucía y con el resto de España, ahorraría tal cantidad de accidentes que podría tal vez autofinanciarse. *Según parece se va a construir esta Arteria*.

Me llama la atención, al hacer este repaso, la gran cantidad de propuestas hechas a través de la Asociación Española de la Carretera, que han sido aceptadas. Me preocupa también que otras propuestas que siguen actualmente válidas no hayan sido aceptadas. La muerte excesiva de cerca de 9.000 personas al año es la suma de muchos errores y actuaciones ilógicas, no solamente en la parte que corresponde a los ingenieros (Carreteras), sino en las otras ocho **C's** que menciono al principio. No me extiendo sobre los otros centenares de propuestas que he hecho a través de otras revistas como CIMBRA, DE OBRAS PUBLICAS. ATENCOMP, etc.

EN RESUMEN. Reducir los accidentes viales es factible en España. Para ello hemos de tener en cuenta lo que llamo **las 9 C's**. No es solamente culpable la **Carretera**, sino también los **Conocimientos** que sobre la circulación y sus peligros adquirimos en las escuelas, que el **Código** de la circulación sea lógico, que el **Control** por los agentes sea eficaz y se centre en las causas de los accidentes, que la **Comunidad** sea más consciente de todos los factores que contribuyen a tener accidentes, que el

Conductor sepa que él puede reducir los accidentes en un 90 por 100, y que los **Coches** se fabriquen con ciertos detalles de muy bajo coste para que se pudieran evitar algunos accidentes (ver "Los coches y su seguridad", 40 propuestas, *CIMBRA*, Octubre de 1992). Necesitamos que los medios de **Comunicación** sigan ayudando en la labor, y que los carteles y señales sigan analizándose para su mejora. Y también que mientras se evalúa lo anterior tengamos los conductores la suficiente **Cortesía** para aportar cada uno nuestro grano de arena en problema tan preocupante como tener unos 9.000 muertos al año en carreteras y calles.

Referencia: "AAMA Motor Vehicle Facts and Figures 1993", American Automovile Manufacturers Association.

XX SEMANA DE LA CARRETERA - ALICANTE (3-7 Octubre 1994)

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Por **Manuel MATEOS DE VICENTE**
Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P. (Univ. Pol. Madrid), MS, PhD (Iowa State University).

-Miembro de la Asociación Española de la Carretera y de la Asociación Técnica de Carreteras; Miembro del Transportation Research Board; Life Member del Institute of Transportation Engineers; Fellow de la American Society of Civil Engineers; Miembro de los Grupos de Trabajo D-18 y C-7 de la American Society for Testing and Materials.

- Dirección Postal: Apartado 31031 - 28080 Madrid

Resumen: *Se presenta la investigación hecha por el autor con algunos residuos industriales, así como información sobre otros residuos que también pueden utilizarse en la construcción de carreteras. Entre ellos están las cenizas mas cal, las cenizas calcáreas, melazas, cloruros cálcico y sódico, escorias, vidrios, pavimentos antiguos, azufre, aceites usados, basura, agua del mar, restos de la industria maderera, corteza de árboles, neumáticos, paja y mazorcas, cerámica inservible, cloruros, restos de la industria papelera y restos de industrias cárnicas. Algunos productos son cementos, otros mejoran la densidad de ciertas tierras y por lo tanto su resistencia. El autor propone que* ***todo proyecto de carreteras tenga que incluir una evaluación sobre la posible utilización de desechos industriales***.

Introducción. En los últimos años han surgido **movimientos ecologistas**, presionando a la sociedad para que tengamos un buen entorno, y para que se ponga coto a los vertidos industriales indiscriminados. Algunas de las peticiones de los ecologistas son completamente razonables, viables y de poco coste. Los ingenieros también podemos y debemos cooperar para tener un entorno que no se deteriore. El autor

comenzó a trabajar en el aprovechamiento de desechos industriales en 1957, en la Iowa State University con el equipo del Profesor Donald T. Davidson. En una primera parte de esta comunicación se presentan los trabajos realizados por el autor y en una segunda se comenta el uso de otros materiales. En esta comunicación no se informa sobre la forma de utilizar los desechos, sus proporciones, conservación de las obras, u otros detalles técnicos, pues quién pudiere estar interesado puede recurrir a la bibliografía. Lo que se trata de comunicar es que **en la construcción se pueden aprovechar cantidades ingentes de residuos industriales**, si así nos lo propusiéramos.

Cenizas volantes. Se pueden usar en la construcción de firmes, terraplenes, ladrillos, tapiales y como aditivo al hormigón, al asfalto y a algunas tierras agrícolas. Se pueden transformar en otros productos, como la lana de vidrio. El autor descubrió que **algunas de ellas eran auténticos cementos**, que al ser tiradas a vertedero, por no tener valor comercial entonces, suponían el cemento más barato del mundo (Ref. 2, 3 y 41). Este tipo de cenizas se puede usar para mejorar la tierra existente en la rasante. También se puede usar para dar resistencia a tierras importadas y hacer de ellas un material para la base o sub-base. En España se producen más de **10 millones de toneladas al año**, (500.000 camiones de 20 toneladas). Aproximadamente un 20 por 100 de ellas son las cenizas cementicias, o aglutinantes. Se usa ya una parte de las cenizas normales, no aglutinantes como aditivo en el cemento. Se menciona al final una bibliografía sobre los trabajos realizados por el autor (Referencias bibliografías 1 a 43 al final).

Escorias. Se pueden usar en la construcción de carreteras como sustituto de parte de la grava, glera o zahorra. Se empleaban, en la Universidad Iowa State, las procedentes de la central térmica, desde los años 40, en los caminos de tierra peatonales.

Restos de canteras. En una consulta para la construcción de caminos baratos de servicio el autor recomendó utilizar 100.000 metros cúbicos de restos de una cantera de balasto abandonada. Este detritus presentaba una granulometría continua y se reveló un buen material para capa de rodadura, lo que comportó un gran ahorro al utilizarlo.

Neumáticos. Hay muchos usos potenciales de este material (Ref. 43). Se están usando desde hace muchos años para proteger los laterales de los barcos en pantalanes. Se han empleado recientemente como material de construcción en una presa de poca altura para embalsar agua (Ref. 44). El autor propone que **se utilice como barrera contra el ruido** a lo largo de carreteras que estén situadas en zonas pobladas, o en el centro como barrera anti-deslumbrante.

Sulfitos de papeleras. Estos productos se pueden usar para mejorar la compactación de algunas capas de firmes de carreteras, o como tratamiento superficial (Ref. 45). El autor recomendó el uso de cartón, hace más de 20 años, como aglutinante de las semillas en una plantación de taludes, en lugar de emulsión asfáltica que era entonces lo usual (Ref. 46). -Los **desechos de papeleras y papeles viejos**, aparte de poder reciclarlos, se pueden usar en paneles como aislantes de edificios. También se pueden usar los papeles para aglutinar otros productos, como desechos de la industria de la madera para formar troncos para quemarlos en chimeneas (Ref. 47)-.

Restos de la industria del azúcar. Se pueden utilizar las melazas en la construcción de firmes ya que pueden hacer más compactos algunos tipos de materiales, como las zahorras, o ser usados en tratamientos superficiales (Ref. 48).

Restos de las industrias cárnicas. El mencionado profesor Donald T. Davidson fue pionero en el empleo de estos desechos, concretamente de derivados del sebo (Ref. 49). Fue también pionero en el empleo de otros muchos desechos industriales en la estabilización de suelos.

Cloruros cálcico y sódico. Son subproductos de algunos procesos industriales, como el Solvay. Se pueden emplear en la construcción de parte del firme de carreteras por su efecto lubricante de las tierras, lo que se traduce en un aumento de la densidad al compactarlas. También son paliativos del polvo. (Ref. 51, 52 y 53).

Cales. La cal tiene muchas aplicaciones en la construcción, y para estabilizar las tierras. Hay cales que son residuos procedentes de la industria del acetileno y que se pueden utilizar en lugar de las cales comerciales. Una amplia recopilación de su uso en la estabilización de suelos la publicó el autor en los Proceedings de la American Society of Civil Engineers (Ref. 54), y está resumida en la referencia 55.

Residuos de pavimentos de asfalto. La reutilización de los pavimentos de asfalto es bien conocida y aparte del procedimiento "retread", se puede recuperar también parte del aglutinante.

Además de la utilización de los productos mencionados en los que ha intervenido el autor hay otros muchos que ya se están utilizando o que merecen se investigue su uso como material de construcción. A continuación se citan algunos de ellos.

Vidrios. Se están ya recogiendo en muchas ciudades para reciclarlos. Se pueden usar como sustituto de la grava en hormigones y asfaltos.

Azufre. Un ex-alumno del mencionado Professor Donald T. Davidson halló al principio de los años 60 que el azufre puede ser un substituto del asfalto en aglomerados para pavimentos. Se debe retirar obligatoriamente el azufre de las emisiones de las centrales térmicas que queman carbón o carbón en polvo por sus efectos devastadores en los bosques, lagos y monumentos arquitectónicos. Una de sus aplicaciones puede ser la construcción de capas del firme de carreteras.

Aceites usados de vehículos. Se pueden reciclar, pero también usarlos como combustible, tal vez en la industria del cemento. Se usan como paliativos del polvo en caminos de tierra y de macadam, o pistas del desierto (Ref. 56). Se acaba de establecer programas piloto en las ciudades de Baton Rouge y Richmond, USA, para usar o reciclar el aceite usado de los vehículos (Ref. 57)

Restos de la limpieza de los bosques y barbechos. Parte de los destrozos de los incendios son debidos a los restos de ramas y hojas, así como a la maleza. Gran parte de los **incendios se inician al quemar la paja**, después de la siega; esto **es un procedimiento contraproducente** desde el punto de vista de la productividad de las tierras (Ref. 58 y 59). Actualmente se puede vender la paja para fabricar papel. Se debería establecer un servicio al país, similar al militar para la limpieza de los bosques, o aún recurrir a las personas en paro como se hace en ciertos casos. Lo que se obtuviera de esta limpieza se puede aprovechar, de múltiples maneras. Algunos restos se pueden emplear en la construcción de carreteras; por ejemplo las **cortezas de árbol** se estaban evaluando en Noruega, en 1970, para usarlas en una espesa capa del firme de carreteras, para **paliar los efectos de las heladas** e impedir la formación de lentejones de hielo (Ref. 60).

Basura. En la Universidad Iowa State se estudió la posible utilización de los desechos que producía la ciudad de Ames, donde está enclavada. En virtud de esto se desarrolló un método original para separar el aluminio de la basura, que se incorporó en las instalaciones locales. La **parte quemable se está utilizando como combustible** economizando carbón. Se pueden recuperar materiales que pueden **usarse en la construcción** generalmente como relleno de terraplenes o en hormigón ciclópeo). Parece que la basura se puede emplear en varios aspectos de la construcción (Ref. 61). Hemos de tener presente que **los entornos**

limpios contribuyen a que haya menos accidentes y son deseables también en las carreteras (Ref. 62). Algunos países de Europa están implantando infracciones, análogas a las de Estados Unidos, para disminuir la creación de basuras(Ref. 63).

Residuos de ladrillos y cerámicas. Acaba de publicarse un informe muy completo sobre el uso de estos materiales en la construcción (Ref. 64). Los ladrillos y trozos de cerámica tienen varias aplicaciones al substituir la grava; en algunos países se usan sistemáticamente desde hace muchos años (Ref. 56).

Agua de mar. Se utilizó a principios de siglo como paliativo del polvo en caminos, por su contenido en cloruros higroscópicos (Ref. 52).

Se debe tratar de utilizar al máximo los materiales de desecho industriales, agrícolas y caseros. Se propone que todo proyecto tenga que incluir una evaluación sobre la utilización de desechos industriales en las obras, como parte del análisis ecológico. La "**affluent society" o sociedad del derroche y de la opulencia, debe ser un modelo a extinguir.**

Referencias bibliográficas:

Sobre cenizas volantes (fly ash) en inglés:
1---"Cementitios properties of some Iowa fly ashes without lime additive", M. Mateos and D. T. Davidson, PROCEEDINGS, Iowa Academy of Science, Vol. 69, 1962.
2---"Stabilization of two Iowa limestones with fly ash alone", M. Mateos, PROCEEDINGS, Iowa Academy of Science, Vol. 70, 1963.
3---"Stabilization of soils with fly ash alone", M. Mateos, HIGHWAY RESEARCH RECORD, No. 92, National Academy of Sciences, Washington, DC, 1964.
4---"Sand fly ash bricks", M. Mateos, MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, American Society for Testing and Materials, Vol. 4, No. 8, August 1964.
5---"Fly ash and sodium carbonate as additives to soil-cement mixtures", C. A. O'Flaherty, M. Mateos and D. T. Davidson, BULLETIN 353, Highway Research Board, National Academy of Sciences, 1962.
6---"Effect of trace chemicals on strength of Ottawa sand, lime and fly ash mixtures", M. Mateos THESIS, Master of Science, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, 1958.
7---"Physical and mineralogical factors in stabilization of Iowa soils with lime and fly ash", M. Mateos, DISERTATION, Doctor of Philosophy, Iowa State University, 1961.
8---"Activation of the lime-fly ash reaction by trace chemicals", D. T. Davidson, M. Mateos and R. K. Katti, BULLETIN 231, Highway Research Board, National Academy of Sciences, 1959.
9---"Further evaluation of promising chemical additives for accelerating hardening of soil-lime-fly ash mixtures", M. Mateos and D. T. Davidson, BULLETIN 304, Highway Res. Board, National Academy of Sciences, 1961.
10--"Lime and fly ash mixtures and some aspects of lime stabilization", M. Mateos and D. T. Davidson, BULLETIN 335, Highway Research Board, National Academy of Sciences, 1964.
11--"Compaction characteristics of soil-lime-fly ash mixtures", M. Mateos and D. T. Davidson, HIGHWAY RESEARCH RECORD No. 29, Highway Research Board, National Academy of Sciences, 1963.
12--"Variation in puzzolanic behaviour of fly ashes", D. Vincent, M. Mateos and D. T. Davidson, PROCEEDINGS, American Society for Testing and Materials (ASTM), Vol. 61, 1961.
13--"Steam curing and X-ray studies of fly ashes", M. Mateos and D. T. Davidson, PROCEEDINGS, ASTM, Vol 62, 1962.

14--"Stabilization of Alaskan silty soils", M. Mateos and D. T. Davidson, SCIENCE IN ALASKA, 12, 1962.
15--"Heat curing of sand-lime-fly ash mixtures", M. Mateos, MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM, May 1964.

Sobre cenizas volantes en francés:
16--"Recherches sur la stabilisation de sols par la chaux et les cendres volantes", M. Mateos, COMPTES RENDUS, 6ème Congrès International de Mècanique des Sols et des Travaux de Fondations, Vol. 2, University of Toronto Press, 1965.

Sobre cenizas volantes en español:
17--Sobre "Hormigón con adición de cenizas volantes en cuantía elevada e influencia de los aditivos en el mismo", M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 111 a 113, Febrero 1987.
18--"Estabilización de suelos de Alaska con aditivos inorgánicos", M. Mateos y D. T. Davidson, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 511 a 519, Agosto 1963.
18--Sobre "Empleo de las cenizas volantes en capas de base de firmes de carreteras", M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 211 a 213, Marzo 1989.
19--Sobre "Empleo de las cenizas volantes en la fabricación de hormigones", M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 49 a 51, Enero 1989.
20--Sobre "Las presas como complemento de las centrales térmicas", M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 839 a 841, Octubre 1985.
21--"Pavimentos para caminos vecinales", M. Mateos, CIMBRA, Mayo 1964.
22--"Efecto de la adición de arcilla montmorillonítica o caolinítica en las resistencias de mezclas de arena normalizada de Ottawa, cal y cenizas volantes", M. Mateos, CIMBRA, Septiembre 1968.
23--"Efecto de aditivos químicos en la resistencia de mezclas de arena, cal y cenizas volantes curadas a baja temperatura", M. Mateos, CIMBRA, Noviembre 1969.
24--"Estabilización de dos tipos de caliza con cenizas volantes solamente", M. Mateos, CIMBRA, Dic. 1977.
25--"Los conocimientos de las cenizas volantes hace 30 años", M. Mateos, CIMBRA, Junio 1988.
26--"La utilización de las cenizas volantes con cal en la estabilización de suelos", M. Mateos, CIMBRA, Junio 1988.
27--Sobre "Hormigón con adición de cenizas volantes en cuantía elevada e influencia de los aditivos sobre el mismo", M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1987.
28--"Contribución a la utilización de las cenizas volantes", M. Mateos, CIMBRA, Junio 1987.
29--"Tres aspectos poco considerados en la seguridad de las presas", M. Mateos, CIMBRA, Mayo 1985.
30--"Cal y cenizas volantes como medio estabilizador", M. Mateos, INGENIERIA INTERNACIONAL CONSTRUCCION, Chicago, Octubre 1965.
31--"La estabilización de suelos en el Plan General de Carreteras", M. Mateos, CARRETERAS, Pág. 17 a 24, Marzo 1963.
32--"Las cenizas volantes hidráulicas y su utilización", M. Mateos, JORNADAS Hispano Portuguesas sobre Estructuras y Materiales, Madrid, Junio 1988.
33--"Las cenizas volantes con cal en la construcción de firmes", M. Mateos, BOLETIN DE INFORMACION DEL M.O.P., Mayo 1969.
34--"Ladrillos de arena y cenizas volantes", M. Mateos, BOLETIN, Sociedad Española de Mecánica del Suelo, Instituto Torroja, Mayo 1965.
35--"Estabilización de gravas con cenizas volantes", M. Mateos, BOLETIN, Sociedad Española de Mecánica del Suelo, Instituto Torroja, Mayo 1965.
36--"Curado a diferentes temperaturas de mezclas de arena, cal y cenizas volantes", por M. Mateos, INFORMES DE LA CONSTRUCCION, Instituto Torroja, Enero 1967.

37--"Normas ASTM para análisis y evaluación de las cenizas volantes", M. Mateos, ARTE Y CEMENTO, Pág. 58 y 59, 20 Septiembre 1987.
38--"El problema de las cenizas volantes en el País Vasco", M. Mateos, ARTE Y CEMENTO, Pág. 60 y 61, 20 Septiembre 1987.
39--"El problema nacional de las cenizas volantes" M. Mateos, DYNA, Noviembre 1987.
40--"Utilización de las cenizas volantes en la construcción", M. Mateos, EDITECO, Pág. 110 y 11, Junio 1989.
41--"El cemento más barato del mundo", M. Mateos, QUIMICA HOY, Septiembre 1991.
42" Las cenizas volantes con propiedades cementicias para la construcción de capas de firmes". por M. Mateos, SEMANA DE LA CARRETERA, 1992.
43--"Investigación sobre la estabilización de suelos por medio de cal y cenizas volantes", por M. Mateos, ALEMAS, Pág. 27 a 38, Julio 1966.

Sobre neumáticos usados:
43--"Investigación no publicada hecha por el autor"
44--Revista CIVIL ENGINEERING, Pág. 51 a 53, Diciembre 1990.

Sobre sulfitos de papeleras:
45--"Las lejías negras en la estabilización de suelos granulares", M. Mateos, CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA, Pág. 24 a 26 y 53, Chicago, Agosto 1963.
46--"Informe sobre la estabilización por siembra de taludes de canales del Guadarranque" por Manuel Mateos para Don Carlos Monteagudo, Confederación Hidrográfica, Málaga, 1968.
47--"Fake firewood", NEWSWEEK, Pág. 3, 7 Octubre 1991.

Sobre melazas:
48--"El uso de las melazas en la estabilización de suelos", M. Mateos, CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA, Pág. 15 a 17, Chicago, Noviembre 1962.

Sobre industrias cárnicas
49--"Large organic cations as soil stabilizing agents", D. T. Davidson, BULLETIN 168, Iowa Engineering Experiment Station, 1949.

Sobre cloruros:
51--"El cloruro cálcico como agente estabilizador de suelos", M.Mateos, CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA, Pag. 11 a 15, Chicago, Septiembre 1962.
52--"Caminos estabilizados con sal", M. Mateos y J. B. Sheeler, CAMINOS Y CONSTRUCCION PESADA, Pág. 11 a 21, Chicago, Octubre 1962.
53--"Salt stabilized roads", por John. B. Sheeler y Manuel Mateos, STREET ENGINEERING, Pág. 18 a 22, Chicago, Diciembre 1962.

Sobre cales:
54--"Soil-lime research at Iowa State University", M. Mateos, PROCEEDINGS Paper 3847, Vol 90, SM2 Part 1, Pág. 127 a 153, American Society of Civil Engineers, Marzo 1964.
55--"Estudios sobre suelo-cal", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 43 a 46, Enero 1966.

Sobre aceites usados:
56--"Para Alemas desde Mesopotamia", por M. Mateos, ALEMAS, Pág. 41 a 46, Noviembre 1966.
57--"Two cities add motor oil to list of recyclables". CIVIL ENGINEERING, Pág. 12, Septiembre 1991.

Sobre limpiezas de los barbechos y bosques:
58--"Daños y perjuicios por la quema de rastrojos en la provincia abulense", M. Mateos, EL DIARIO DE AVILA, 10 Diciembre 1981.
59--"¿Es necesaria la quema de rastrojos?", M. Mateos, EL ADELANTO, de Salamanca, 8 Mayo 1989.
60--"Efecto de la difusión de sales potásicas en la resistencia de una arcilla marina de Noruega", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Pág. 607 a 610, Septiembre 1982.
61--"Waste to energy? The burning question", CIVIL ENGINEERING, Pág. 35 a 38, Octubre 1991.

Sobre residuos en aglomerado asfáltico:
62- "La carretera en la lucha anticontaminación", por M. Mateos, VII Semana de la Carretera, San Sebastián, 1973.
63--"Waging war on waste", INTERNATIONAL MANAGEMENT, Pág. 65 a 67, Noviembre 1991.
64--CIVIL ENGINEERING, Pág. 57 a 59, American Society of Civil Engineers, Julio 1991.

XX SEMANA DE LA CARRETERA

Alicante, 3 al 7 de Octubre de 1994.

COMUNICACION N.° 2

LA DESCENTRALIZACION DEL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS, LAS ZONAS DEPRIMIDAS Y LA M-100, VIA DE CIRCUNVALACION DE MADRID

Por D. MANUEL MATEOS DE VICENTE

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid
Master of Sc. y Dr. of Philosophy (Iowa State University)

1. RESUMEN

Presenta el autor los resultados de un experimento consistente en construir una industria en un Lugar sin ninguna infraestructura en absoluto. Menciona que se deben construir autopistas complementarias del interior, dos siguiendo meridianos y dos siguiendo paralelos. Por último propone una vía de circunvalación de Madrid a más de 100 Km. de la capital.

2. DESARROLLO INDUSTRIAL EQUILIBRADO

La industrialización de España se hizo por las grandes urbes o los polos de desarrollo. Por ello ha sobrevenido el abandono de los pueblos quedando algunos de ellos vacíos, lo que ha dado lugar a la desertización de amplias zonas. En el año 1972 pude llevar a cabo una experiencia opuesta enteramente a la política de desarrollo imperante: establecer una industria fuera de los entonces Polos de Desarrollo y en un lugar que no tuviera ninguna infraestructura (ver referencias 1 y 2 al final). Es decir que estuviera en las siguientes condiciones:

1. Sin agua.
2. Sin electricidad.
3. Sin carretera.
4. Sin teléfono.

Ni que decir tiene que tal experimento se consideraba que sería un fracaso. Al mismo tiempo quería experimentar, desde un punto de vista social, una empresa donde los obreros participaran en las decisiones del Consejo de Administración. Al situar una empresa en un lugar sin infraestructura íbamos en contra de la mencionada tendencia nacional de abandonar los pueblos por las ciudades; pero en encuestas hechas en ambientes rurales hallé que todos aquellos que habían emigrado me dijeron que

no lo habrían hecho si en su pueblo hubiera habido una fábrica u otra clase de trabajo donde pudieran ganar lo suficiente para participar en la sociedad de consumo.

Esta empresa estuvo a mi nombre hasta 1978, fecha en la que se convirtió en sociedad anónima con participación de los empleados. Se empezó con dos obreros y ahora tiene cerca de medio centener. Los 1.800 metros cuadrados de terreno del Lugar, que se nos concedieron, porque se estimó que eran los que necesitábamos, están ya cubiertos de naves. He de mencionar que yo ya me he retirado de esta Sociedad, para que no se suponga que esta exposición nace de una propaganda velada.

Creo que es necesario dar a conocer este experimento porque rompe con todos los esquemas que nos inculcan los urbanistas. Al distribuir las fábricas por todo el ámbito nacional tendríamos una necesidad de carreteras completamente distinta a la actual. Tal vez tendríamos unas ciudades más humanas y con menos problemas. El experimento ha resultado un éxito, y justifica que se establezcan más industrias en zonas deprimidas, o fuera de las grandes ciudades, para tener una nación con multitud de empresas repartidas por todo el ámbito nacional, y conseguir un equilibrio industrial nacional y una equidad territorial.

3. LAS GRANDES ARTERIAS Y LAS ZONAS DEPRIMIDAS

Conviene analizar el sistema de la construcción de las grandes vías nacionales, estilo autopista y autovías. El centralismo en materia de transporte hace que Madrid sea el eje de las carreteras principales, que salen como radios de una rueda hacia seis puntos de la periferia. Las autopistas y autovías siguen ese centralismo complementado con las que se construyeron por las costas. Aparte de la autopista de paralelo que pasa por Granada no hay otras vías importantes que crucen el interior, y que debieran hacerlo a ser posible por zonas deprimidas económicamente, donde son más necesarias por su aportación a la distribución lógica de las zonas industriales.

Propuse en la XVII Semana de la Carretera la necesidad de convertir en autopista a una de las carreteras no radiales, la N-630, Vía de la Plata, ahora además denominada E-803, para mayor confusión de los conductores (referencias 3 y 4). Tal propuesta se publicó también en varios periódicos provinciales (referencias 5 a 8). La propuesta fue aceptada y la denomino AMO (Autopista Meridiana Oeste).

En un análisis general de las carreteras que sean grandes ejes se propone un plan para otra Autopista Meridiana Este (la AME), y dos de paralelos (la Autopista Paralelo Norte o APN y la Paralelo Sur o APS). Ver referencia 9.

Estas cuatro autopistas o autovías son de gran necesidad para un desarrollo equilibrado de España. Permite ir entre zonas periféricas distantes sin necesidad de pasar obligatoriamente por Madrid, como ocurre actualmente. Aparte, existe el beneficio de que revalorizarían amplias zonas deprimidas de España.

4. LA CIRCUNVALACION DE MADRID EN UN AMBITO NACIONAL

Las vías de circunvalación en ciudades no son nada nuevo; son las que antes se llamaban Rondas. Hace unos años se inauguró una autopista de Ronda de Madrid, que se llamó en principio tercer cinturón, y después M-30. Esta ha quedado ya saturada, y se está terminando de construir otra vía de circunvalación, la M-40, que discurrirá más distante del casco de Madrid. Es necesario hacer planes a largo plazo, por lo que

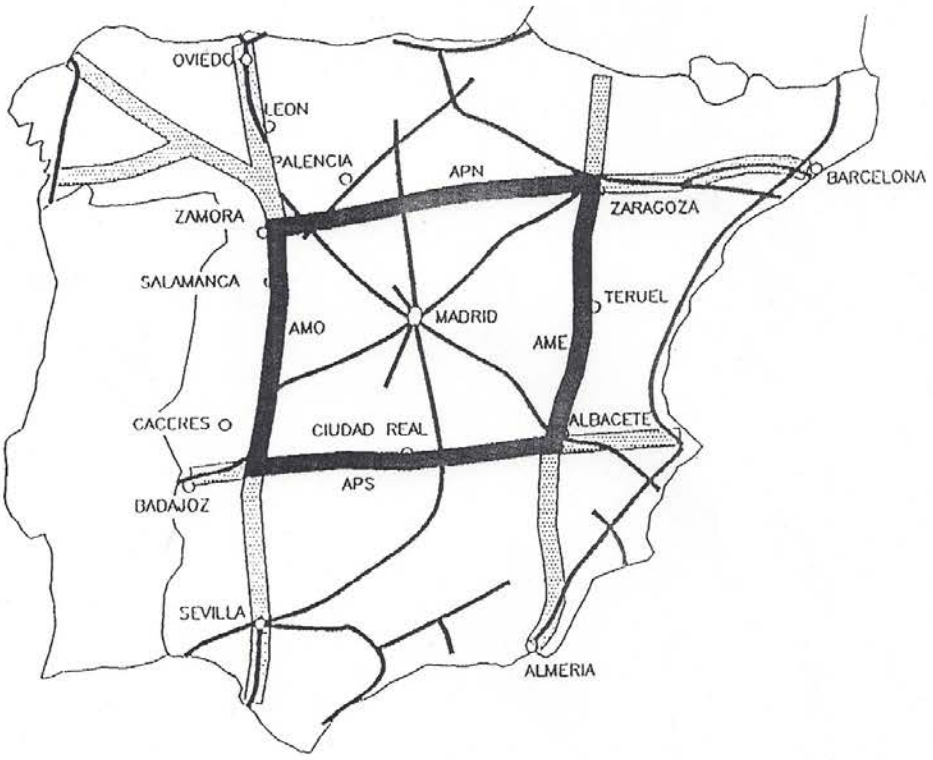


Gráfico con las autopistas y autovías existentes (en trazo negro).

Autopistas para el desarrollo íntegral de España, propuestas por el autor (en bandas, con puntos y negras).

Autopista Ronda M-100, o REM, de descongestión lejana de Madrid (únicamente las bandas negras formadas por trozos de las AMO, AME, APN y APS).

mientras se termina la M-40 conviene ir construyendo ya la M-50. Sobre todo porque los tramos construidos de la M-40 sufren ya atascos continuos.

Hay que tratar de anticipar el tránsito que discurra por Madrid en años venideros y que debiere ser desviado de la capital y de su alfoz. Hay que empezar a proyectar ya el trazado de otras vías de circunvalación de Madrid. Es necesaria la construcción de una Ronda Extraprovincial de Madrid (REM) a más de 100 Km. de la capital, y que se puede denominar M-100. Esta vía formaría parte integral de las Autopistas AMO, AME, APN y APS, pues es el rectángulo interno que resulta al intersectarse entre sí. Es difícil hacer predicciones para estas cuatro autopistas; pero al no haber otras cerca de su trazado atraerían enseguida gran cantidad de vehículos, dada la movilidad de éstos.

5. CONCLUSIONES

Hay que distribuir las industrias por todo el ámbito de la nación y no sólo en zonas concretas. El experimento hecho por el autor en un Lugar sin absolutamente ninguna infraestructura demuestra que se puede hacer.

El tránsito entre los extremos de la península no debe pasar obligatoriamente a usar el sistema radial y costero de autopistas y autovías. Se necesitan autopistas complementarias que completen la red nacional por el interior, las AMO, AME, APN y APS. Hay que tener en cuenta el desarrollo de la España central, muy deprimida, ya que aparte de la autovía autonómica Sevilla-Granada-Almería, el resto de autopistas y autovías son radiales o costeras.

El centralismo vial puede perjudicar al tránsito interprovincial de paso, así como al local de la provincia de Madrid. Por ello se propone complementarlo con la M-100 o también llamada REM (Ronda Extraprovincial de Madrid).

6. REFERENCIAS

1 «*El desarrollo industrial en áreas rurales - Modelo aplicable desde una escala personal*», por M. Mateos, *Boletín de Información*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Noviembre 1980.

2. *Experiencia de desarrollo rural industrial desde una escala personal*», por M. Mateos, *Cimbra*, Revista del Colegio de Ingenieros T. de Obras Públicas, Marzo 1981.

3. «La Autovía Meridiana Oeste en el desarrollo del Principado de Asturias», por M. Mateos, *XVII Semana de la Carretera,* 1989.

4. *Perderse en la autopista M-30»,* por M. Mateos, presentado a la revista AFÖROS, del Colegio de Ing. de O. P. de Madrid.

5. «La provincia de Salamanca necesita una autovía», por M. Mateos, *El Adelanto,* 24 de Marzo de 1989.

6. «Una autovía para potenciar el desarrollo de Extremadura», por M. Mateos, *Extremadura,* 11 de Octubre de 1989.

7. «Una autovía del medio oeste facilitaría el desarrollo económico de la provincia (de Zamora», por Javier López Delgado, *El Correo de Zamora,* 6 de Agosto de 1989 (comenta el autor la propuesta de M. Mateos).

8. «Una autovía para potenciar el desarrollo de la provincia de Avila», por M. Mateos, *El Diario de Avila,* 22 de Marzo de 1989.

9. «Un plan de autovías para potenciar el desarrollo», por M. Mateos, *Cimbra* (Revista del Colegio de Ingenieros de Obras Públicas), Marzo de 1989.

Semana de la Carretera, 1992

COMUNICACION LIBRE SOBRE "Nuevos Materiales"

LAS CENIZAS VOLANTES CON PROPIEDADES CEMENTICIAS PARA LA CONSTRUCCION DE CAPAS DE FIRMES

Por **Manuel Mateos de Vicente**
Doctor Ingeniero de Caminos, C. y P., PhD - MS (Iowa State University), AOP

Miembro de la Asociación Española de la Carretera y de la Asociación Técnica de Carreteras; Miembro del Transportation Research Board; Life Member del Institute of Transportation Engineers; Fellow de la American Society of Civil Engineers; Miembro de los Grupos de Trabajo D-18 y C-7 de la American Society for Testing and Materials).

- Dirección Postal: Apartado 31031 - 28080 Madrid. Tf. 91 - 650 0971.

Durante varios años he tratado de **dar a conocer las aplicaciones** de las cenizas volantes en la construcción de firmes para carreteras, o en rellenos y terraplenes. Ello estaba basado en los trabajos de investigación que hice para las tesis del Master of Science y del Doctor of Philosophy, que obtuve en la Universidad Iowa State, así como en trabajos posteriores de postgrado.

Las cenizas volantes se producen en las centrales térmicas que queman carbón pulverizado. La Sociedad exige que no se expulsen a la atmósfera, sino que se recojan antes que salgan por las chimeneas. En aquella época, 1956, se recogían en Estados Unidos unos 10 millones de toneladas de dichas cenizas al año. (Ahora se recogen unos 70 millones). Actualmente se originan **más de 10 millones de cenizas al año en España**, de las cuales se usa una parte substancial de ellas incorporadas en los cementos comerciales que se usan en la construcción de pavimentos de hormigón. Algunas cenizas se han usado mezcladas con cal. Sin embargo no tengo noticias de haberse usado en España en la construcción de firmes aquellas cenizas que tienen propiedades cementicias inherentes, sin añadir cal, y que fué una de las cualidades que descubrí hace ya más de 30 años. Por ello creo pudiere ser de interés mencionar la existencia de estas cenizas, ya que puede ser un material extremadamente barato cuando se emplean cerca de la central que las produzca.

Las cenizas son una puzolana artificial, de propiedades parecidas a las puzolanas naturales procedentes de zonas volcánicas o de ladrillos machacados. Las puzolanas son un material bien conocido pues su uso data de épocas pre-romanas. Se vienen usando desde hace miles de años para hacer hormigón, mezcladas con cal, **nunca solas**. El objeto de los mencionados trabajos de tesis era porque nos interesaba saber el comportamiento de las cenizas para tratar de

cementar suelos, mezcladas con cal, como se venía siempre haciendo con las puzolanas naturales.

Hasta entonces **nadie había investigado si algunas cenizas volantes pudieran ser un auténtico cemento** por sí solas, sin ir acompañadas de cal. Una vez terminada la tesis para el Master[1], seguí ampliando estudios superiores con vistas a obtener un doctorado. En la tesis doctoral pretendía analizar **la utilización de una amplia gama de cenizas** para tratar de estabilizar unos suelos variados[2]. Para ello reuní 22 barriles con cenizas, procedentes de lugares dispersos de Estados Unidos, para su análisis.

En el trabajo para la tesis doctoral utilicé las cenizas con cales, como era natural. Para hallar los efectos relativos comparé los resultados con los obtenidos por otros métodos de estabilización de suelos conocidos, para tener una mejor visión comparativa de la posible aplicación de las cenizas volantes.

Empecé a investigar varios aspectos de las 22 cenizas volantes que tenía disponibles:

-Composición por difracción de rayos X,
-Análisis con microscopio electrónico,
-Expansividad,
-Influencia del azufre,
-Tratamiento a diversas temperaturas,
-Fabricación de ladrillos, etc.

En los análisis por difracción de rayos X fué fácil ver la composición mineralógica de las cenizas. Descubrí que algunas mostraban amplios "picos" característicos de la existencia de cal activa, y en alguna de ellas la cal aparecía en cantidades importantes[3]. Por ello se me ocurrió analizar **la posible resistencia inherente en algunas cenizas.** Los resultados obtenidos se pueden ver en los gráficos adjuntos. Fueron muy positivos.

Hay que tener en cuenta que entonces (1961) estas cenizas con características cementicias **se tiraban al vertedero aunque eran el cemento más barato del mundo, pues su coste era nulo.** Después en la práctica profesional me he enfrentado con otros problemas difíciles de estabilidad geotécnica[4] y descubrí

---

[1]"Efecto de la incorporación de oligoelementos en las resistencias de mezclas de arena de Ottawa, cal y cenizas volantes" (en inglés). Tesis para el Master of Science, por Manuel Mateos, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, 1958.

[2]"Estabilización de suelos del Estado de Iowa con cal y cenizas volantes" (en inglés). Tesis para el Doctor of Philosophy, por Manuel Mateos, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, 1961.

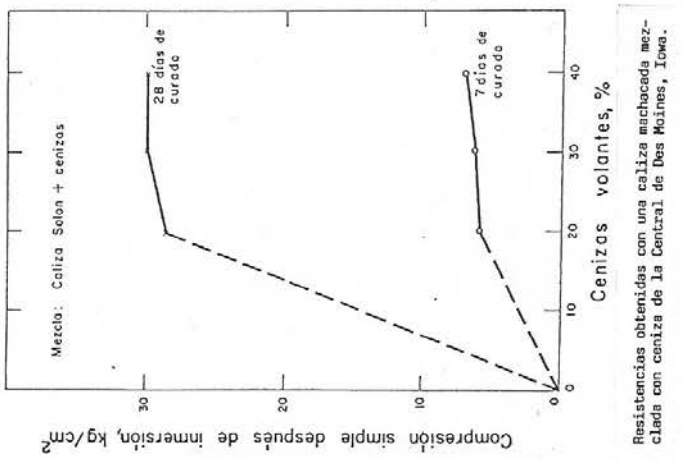
[3]"Steam curing and X-ray studies of fly ashes", por M. Mateos y D.T. Davidson, PROCEEDINGS, ASTM, Vol. 62, 1962.

[4]"Procedimiento para la estabilización de terrenos por difusión de cal", Patente Nº 300.495, a nombre de Manuel Mateos.

otros dos cementos, pero estos ya no son baratos[5,6]. También he analizado otros materiales que pueden usarse en carreteras[7].

Los resultados de los primeros ensayos con cenizas cementícias solas fueron obtenidos en 1961; los presenté primero en la Iowa Academy of Sciences[8,9], y después otros estudios más amplios en la National Academy of Sciences[10], ambas de Estados Unidos. Posteriormente apliqué el descubrimiento a la fabricación de ladrillos y lo presenté en la ASTM -American Society for Testing and Materials-[11]. Uno de estos trabajos sobre el tema se publicó posteriormente en español[12]

No tengo noticias de que se utilice este cemento barato en España, donde se producen cantidades inmensas de estas cenizas-cemento; tal vez **dos millones de toneladas al año** en la actualidad. Estas cenizas tienen varias aplicaciones en la construcción, además de poder ser parte de los firmes de carrereras, como fabricación de ladrillos y bloques, tapiales, paredes maestras y particiones.



---

[5]"Procedimiento para la consolidación de terrenos por difusión de ácido fosfórico en los mismos", Patente Nº 349.553, a nombre de Manuel Mateos.

[6]"Efecto de la difusión de sales potásicas en la resistencia de una arcilla marina de Noruega", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Septiembre 1982.

[7]"La resina poliester reforzada con fibra de vidrio y su aplicación en la seguridad vial", por Manuel Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Septiembre 1990.

[8]"Cementitious properties of some Iowa fly ashes without lime additives", por M. Mateos y D. T. Davidson, PROCEEDINGS, Iowa Academy of Sciences, Vol. 69, 1962.

[9]"Stabilization of two Iowa soils with fly ash alone", por M. Mateos, PROCEEDINGS, Iowa Academy of Sciences, Vol. 70, 1963.

[10]"Stabilization of soils with fly ash alone" por M. Mateos, HIGHWAY RESEARCH RECORD, National Academy of Sciences - National Research Council, Nº 92, 1964.

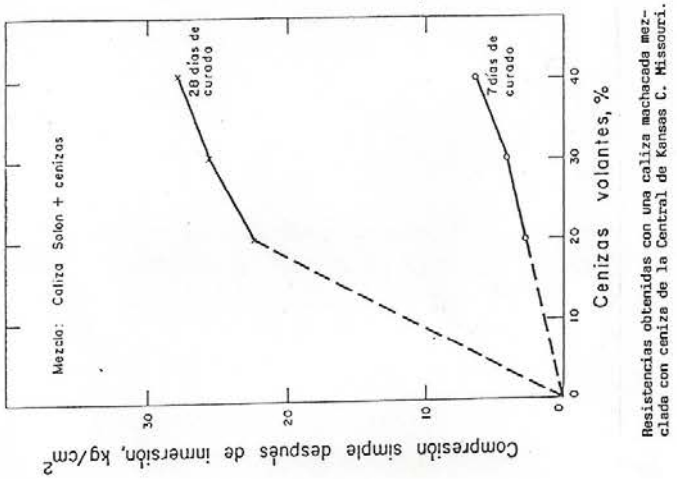
[11]"Sand-fly ash bricks", por M.Mateos, MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM, Vol. 4, Nº 8, Agosto 1964.

[12]"Estabilización de dos tipos de caliza con cenizas volantes solamente", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1977.

Las cenizas con cal o como aditivo al hormigón tardaron en usarse en España, tema que he tratado en numerosas comunicaciones[13,14,15,16,17,18,19,20]. Afortunadamente ya se están usando.

Espero que las cenizas con propiedades cementicias inherentes se usen en España, pues ello puede suponer un ahorro energético al poder disminuir el consumo de otros cementos que necesitan para su fabricación gran cantidad de energía. En la mencionada Universidad del Estado de Iowa, donde estudié, están actualmente investigando sobre la posible fabricación de grava artificial con las cenizas-cemento que descubrí.

NOTA: ,Una selección de las publicaciones del autor, en español, sobre cenizas volantes, incluyendo algunas de las referencias citadas aquí, la distribuye Editorial Bellisco, Apartado 156.133, 28080 Madrid.



Resistencias obtenidas con una caliza machacada mezclada con ceniza de la Central de Kansas C. Missouri.

---

[13]"Los conocimientos de las cenizas volantes hace 30 años", por M. Mateos, CIMBRA, Octubre 1986.

[14]"Hormigón con adición de cenizas volantes en cuantía elevada, e influencia de los aditivos en el mismo", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1978.

[15]"Contribución a la utilización de las cenizas volantes, por M. Mateos, CIMBRA, Junio 1987.

[16]"La utilización de las cenizas volantes en la estabilización de suelos", por M. Mateos, CIMBRA, Junio 1988.

[17]Sobre "El empleo de las cenizas volantes en capas de bases de firmes de carreteras", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Marzo 1989, Pág. 211 a 213

[18]Sobre "El empleo de las cenizas volantes en la fabricación de hormigones", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Enero 1989, Pág. 49 a 51.

[19]Sobre "Hormigón con adición de cenizas volantes en cuantía elevada e influencia de los aditivos sobre el mismo", por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Febrero 1987, Pág. 111 a 113.

[20]"Estabilización de suelos de Alaska con aditivos inorgánicos", por M. Mateos y D. T. Davidson, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Agosto 1963.

Comunicacion Libre -- 13a. Sección: SEÑALIZACION DE LAS OBRAS

Por **Manuel Mateos**, *Dr. Ing. C.C.P.; A.O.P.; Ph.Dr.; M.Sc.; Miembro de la Asociación Técnica de Carreteras; Miembro, Transportation Research Board.*

Dentro de mi programa de análisis de todos los factores que influyen en los accidentes viales está la señalización de obras. En encuestas que he hecho pare- ce que es uno de los que más afectan al conductor. Más que la falta de señaliza- ción, lo que le irrita es que las señales estén mal colocadas, o sean inútiles. Ello ha creado una mentalidad en conductores y periodistas que se traduce en que **crean que la carretera es la causa principal de los accidentes, cuando no es así.** La carretera influye en tan solo un 10 por 100 de los accidentes, según mi opinión. En una conferencia que dí el mes pasado en el Instituto de la Ingeniería de España **analicé los factores no viales** en los accidentes del tránsito. Estos causaron, según mis cálculos, unos 10.000 muertos en1989.

He analizado este problema, hecho ensayos y encuestas, investigado nuevos materiales y señales, sugerido modificaciones, y soluciones económicas. Parte de los datos obtenidos, referentes a las obras, han sido publicados en varias revistas, que cito:

JORNADAS DE INGENIERIA DE TRAFICO: "*La señalización de obras*", por **M. Mateos**, Asociación Técnica de Carreteras,Madrid 1984.

ATEMCOP: "*La problemática de la maquinaria de obras públicas en la reduc- ción de un millar en las muertes anuales por accidentes de tráfico"*, por **M. Ma- teos**, Febrero 1988.

TECNOLOGIA DEL AGUA: "*La señalización de obras de abastecimiento y saneamiento de aguas*", por **M. Mateos**, Agosto 1990.

CIMBRA: "*La señalización de obras en carreteras y la reducción de acci- dentes viales*", por **M. Mateos**, pendiente de publicación. En esta última comu- nicación analizo 20 aspectos entre los que están:

1. El color de las señales
2. Su peso, y su movilidad
3. Comportamiento al ser golpeadas por vehículos
4. Su colocación adecuada
5. Su estado de conservación
6. La cooperación de los agentes de la circulación
7. El aislamiento de las zonas de obra
8. La colocación de las vallas
9. El obrero que regula el tránsito y su atuendo
10. La señalización de las parvas y otros acopios
11. La maquinaria de construcción.

No repito aquí las consideraciones y recomendaciones sobre los puntos anteriores ya que abarcan muchas páginas y porque serán publicadas próximamente en la mencionada revista. El principal **problema actual es la mala colocación de las señales de obra y la inutilidad de algunas.** Esto influye en la opinión, muy generalizada, de que tenemos en España malas carreteras.

Ponencia 1, de la Sesión I de la XVI Semana de la Carretera, 1989 sobre
SUELOS. CONTROL DE EXPLANACIONES.

Comunicación libre presentada por:

Manuel Mateos, Dr. Ing. C.C.P.; Dr. of Philosophy; Master of Science. Del grupo de trabajo D-18 de la ASTM
para preparación de normas para suelos y rocas.

En control de calidad conviene inexorablemente incluir el tema de la preparación de técnicos y laborantes. Creo que al haber sido estudiante en varios países pudiere aportar algo.

En la preparación sobre control de obras donde intervengan los suelos jamás hice ningún ensayo en España, siendo estudiante. He preguntado a muchos ingenieros recién terminada la carrera y se me ha indicado que en algunas Escuelas de Ingeniería hacen algunos, pero no personalmente sino viéndolos hacer. Si esto es así conviene discutir si se debe continuar la preparación actual o si conviene que los estudiantes hagan algún ensayo con sus manos.

Si sirve de referencia debo indicar que en el curso básico de suelos que tomé en la Universidad Iowa de Ciencia y Tecnología, era obligado que cada estudiante hiciera unos 25 ensayos, desde la toma de muestras y pasando por triaxial, permeabilidad, límites etc. Esta práctica me ayudó siempre mucho. Mi punto de vista es que
deberían hacerse al menos 20 ensayos por todos los estudiantes de todas las Escuelas de Ingeniería Superior o de Obras Públicas.

Ponencia 13, de la Sesión IV de Trabajo de la XVII Semana de la Carretera, 1989

Control de Calidad en la Señalización Vertical de Carreteras

Comunicación libre presentada por:

Manuel Mateos, Doctor Ing. de Caminos; Doctor of Philosophy
Asesor de Señalizaciones TECNIVIAL S. A.
De los grupos de trabajo C-7 y D-18, de la A.S.T.M. para la preparación de normas de materiales para carreteras

Primero he de sugerir que se debería decir señalización **EN ALZADO**, pues he comprobado que lo de señalización vertical y horizontal lleva a confusiones. La señalización horizontal se debería llamar **EN PLANTA**.

El control de calidad es necesario, pues de lo contrario el fabricante podría tender a fabricar señales en malas condiciones. He visto señales instaladas que presentaban deterioros, tanto ambientales como de origen. El principal es la corrosión de las señales de chapa de acero, galvanizado o no, y sobre todo en zonas marítimas o de muchas lluvias. Como consecuencia empecé en 1972 a fabricar señales que no se oxidaran, lo que hice hasta 1978 como Señalizaciones M. Mateos. Estas señales son muy útiles e irremplazables en muchas ocasiones, pero según nos dicen no han aceptado en el organismo pertinente del MOPU, de Madrid, por no estar "homologadas", con el consiguiente quebranto económico para la nación. Aunque bien es verdad que ninguna señal estaba homologada, solamente hay unas recomendaciones para las de chapa.

Hay que tener en cuenta que por muy buen control de ejecución de las señales que se tenga, tienen una vida que no debe ir más allá de los 10 años. **ESTA MAXIMA VIDA ESTA IMPUESTA POR LA DURACION UTIL Y EFICAZ DE LOS REFLECTANTES**. El ingeniero debe tener esto bien claro para no exigir por encima de la realidad.

Un control de calidad excesivamente estricto, establecido a rajatabla, impide el desarrollo normal de la técnica. Las trabas para el desarrollo técnico y aplicación de nuevos conceptos o materiales las estoy encontrando continuamente al estar aplicando métodos o materiales nuevos en los procesos de fabricación de señales y balizas, y en la aplicación de nuevos conceptos para reducir los accidentes basados no en intuiciones, sino en estudio, investigación, análisis y observaciones.

Unas normas y especificaciones demasiado estrictas ANULAN LA CREATIVIDAD.

La consecuencia de lo anterior puede hacer aumentar los gastos en señalización del Estado Español, y puede ser la causa indirecta de algunos accidentes viales, de los muchos que venimos sufriendo con exceso todos los españoles. (Hay que tener en cuenta que muere una media diaria de 22 personas por accidentes viales).

Ejemplos de algunas normas o especificaciones demasiado estrictas son los siguientes:

Un ejemplo preocupante es el de los hitos delineadores, modelo llamado "europeo" (también hito de arista o modelo MOPU). Prepararon unas especificaciones para su aceptación. Estas especificaciones, a mi modo de ver, estuvieron hechas por alguna persona que no tenía un pleno conocimiento de los plásticos que se usan en delineadores de carretera. Entonces, las especificaciones no las cumplía ninguno de los hitos de

arista fabricados por ningún fabricante. Recuerdo que el MOPU de Madrid decidió aceptar solamente los de una empresa, que no los fabricaba directamente, según nuestras noticias, sino que los comercializaba únicamente. Esta empresa se aprovechó, suponemos, de esta circunstancia para establecer un precio muy superior al de otros fabricantes. El precio era casi el doble del establecido por Tecnivial S.A. por ejemplo, para el mismo hito de arista, con la ventaja que el de Tecnivial era más sólido, más resistente. Supongo que la misma circunstancia la padecieron los otros fabricantes de hitos de arista. En definitiva, que las especificaciones tienen que ser realistas y preparadas por quién entienda sobre materiales; aunque esta persona pertenezca a la plantilla de un organismo oficial de plásticos no implica que sepa todo lo que haya que saber para preparar especificaciones válidas. El haber hecho mal unas especificaciones puede haber supuesto un gasto extra de decenas de millones de pesetas para el MOPU.

Es necesario indicar que a la par del llamado hito "europeo", ya se había creado en Tecnivial un hito "español" que presenta las siguientes ventajas sobre el "europeo":

1. Necesita menos material.
2. Se distingue igual que el "europeo"
3. Sufre mejor el vandalismo
4. Resiste bien el impacto de los vehículos
5. No se suele partir al pasar un vehículo por encima
6. Su coste es menor (la mitad del coste actual de hito de arista, o "europeo") por lo que no entendíamos por qué no se consideraron estas ventajas por el correspondiente departamento del MOPU y se aceptó como variante junto al "europeo". Máxime cuando muestran interés por dicho hito "español" las Diputaciones, las Juntas, y hasta delegaciónes provinciales del MOPU donde los ingenieros son conscientes de los beneficios de no aceptar las normas impuestas desde Madrid.

Otro ejemplo es el mencionado sobre el material con el cual se fabrican las señales de Tecnivial, que no se oxida y pesa menos que el de las señales de chapa. Con dichas señales de Tecnivial se reduce la severidad del golpe de los vehículos que colidan con ellas, y su poco peso ayuda a que en obra las señales se coloquen con más facilidad y que por lo tanto estén más tiempo en su sitio, lo que hace sean más eficaces.

Por eso es difícil entender por qué no hubo apertura a la creatividad, por parte del departamento correspondiente del MOPU de Madrid, y se apoyara solamente el tipo de señal que cumplía unas recomendaciones. Tal vez ello fuera fruto de un conocimiento somero de los materiales nuevos apoyado en unas recomendaciones discriminatorias. Afortunadamente soplan ahora otros vientos en el MOPU de Madrid y se ha

remediado aquello, dando énfasis a la validez del material reflectante, que es lo que marca la pauta de la duración de las señales.

Un tercer ejemplo es el de los grandes carteles, de banderola, que son robados con una frecuencia preocupante. Se había especificado primeramente, por el departamento correspondiente del MOPU en Madrid, que fueran de aluminio extrusionado, en bandas, probablemente copiando lo que hacen en Francia, donde estas cosas no se roban. Ante el robo masivo de las de aluminio, se especifican ahora de acero, también en bandas, que también son muy robables. Se debiera haber considerado por el Departamento de Seguridad Vial del MOPU, de Madrid, que pudieren ser de otro material que no se pudiera robar.

Hay varios materiales que no se pueden robar, puesto que no son reciclables, y cuyo coste es parecido al del aluminio, o acero, extrusionados. Uno de ellos es el fabricado por Tecnivial, y en el que se han hecho miles de carteles para Diputaciones, Juntas, Ayuntamientos, Puertos, y algunos para Delegaciones provinciales del MOPU, sin que hayamos visto ninguno robado, aunque los hay con mas de 10 años de servicio. Si el Departamento correspondiente del MOPU hubiera aceptado otro tipo de cartel que no fuera de aluminio, se podrían haber ahorrado cientos de millones de pesetas, y, por que no, algún accidente grave al faltar los cartelones por haber sido robados. Este quebranto económico para la nación es debido al haber lanzado unas especificaciones estrictas desde Madrid cerrando los ojos a la creatividad de los ingenieros españoles, bien sean de organismos oficiales o de la libre empresa.

Baste lo anterior para desear que en España dejemos una vía libre a la creatividad. Para ello hemos de ser cautos en la preparación y en la aplicación de las normas.

Hay muchos técnicos que tienen una preparación profunda y que evalúan inteligentemente las alternativas, muchos de ellos dentro del MOPU. Ellos han hecho que algunas de nuestras ideas hayan sido aceptadas. Entre otras:

a) varias señales nuevas del Código de la Circulación
b) Tecnivial introdujo la cinta de balizamiento
c) introdujo los conos de color naranja fluorescente
d) introdujo las señales ligeras de obra
e) introdujo los grandes carteles que no se roban
f) introdujo el hito "español".

Las mejoras anteriores no se hubieran aceptado si hubiéramos tenido normas estrictas y se hubiera obligado a seguirlas en todo el ámbito nacional y por todos los organismos.

En resumen no debemos encerrarnos tozudamente en unas especificaciones o normativa para señales, como ha ocurrido en el

organismo pertinente del MOPU de Madrid, aunque sea por imposición de tan solo un técnico con los poderes suficientes. Si se hiciera, **debemos dejar una vía libre a la creatividad**, pues ello puede suponer ahorros de cientos de millones de pesetas en materiales, o menos accidentes viales.

Ponencia 10, Sección III, XVII Semana de la Carretera, 1989.

CREACIÓN DE UN BANCO DE DATOS SOBRE CONTROL DE CALIDAD

Comunicación libre presentada por **Manuel Mateos**, Dr. Ing. C.C.P., Dr. of Philosophy. De los grupos de trabajo C-7 y D-18 de la ASTM.

Voy a referir un par de experiencias relacionadas con el tema, que tal vez salgan fuera de la misión cartesiana que establecen las especificaciones.

En 1971 me llamó el Ingeniero de Caminos Pedro Diges, de la Diputación de Madrid para que le llevara a cabo un programa barato de control de obra. Hasta entonces no habían tenido control alguno, y no disponían de créditos para tenerlo. Le propuse un programa que llevé a cabo durante 10 años, hasta 1981, y el cual considero que fue un éxito. Los **gastos anuales no pasaron nunca del medio millón** de pesetas y llevamos a cabo ensayos para las dos secciones de la Diputación, hasta que en 1981 se reorganizó el Departamento de Vías y Obras. A partir de 1981 han seguido llevando el control de obra, pero ahora su coste es muchísimo más elevado.

Para cumplir con los deseos del compañero Pedro Diges me tuve que basar en lo que considero mi banco de datos personal. Este está basado en el hecho de haber preparado yo **personalmente cientos de ensayos proctor, haber hecho varios miles de probetas**, hallando densidad, humedad y resistencia de las mismas, y haber hecho docenas de CBR y de otros ensayos de carreteras, tanto de suelos como de hormigones y asfaltos. Prácticamente todos estos ensayos los he hecho solo, sin ayuda de laborantes. Esta actuación personal siempre complementada con observaciones directas de las obras considero que puede ser un banco de datos, aunque no transferible.

Para llevar a cabo este método poco ecléctico, aunque basado en ensayos standard, establecí que los ensayos debería hacerlo una persona con muy buenos conocimientos de la ingeniería. Para ello **nada mejor que los hicieran ingenieros**, personalmente. Antes de hacer los ensayos el

ingeniero-conductor-laborante, inspeccionaba la obra y realizaba los mínimos ensayos que creía conveniente. En el caso de densidades de suelos se hacían todas las operaciones en el campo, si la obra era urgente, dando los resultados enseguida al contratista. De esta manera la Diputación de Madrid llevó a cabo los ensayos por un precio extremadamente módico, y creemos que con precisión.

En mi primer trabajo de control de obra, cuando en España se acababa de inaugurar el primer laboratorio de ensayos de carreteras (el del Transporte), me enfrenté con el control de una obra muy importante. Hicimos centenares de curvas proctor, y pronto empecé a clasificar los suelos por su aspecto, procedencia, etc. y a crear un banco de datos recogiendo muestras de cada ensayo proctor que hacíamos y guardándolas en frascos de cristal. Esto nos sirvió en algunas ocasiones para dar resultados de densidades rápidamente, cuando el haber hecho un proctor más hubiera supuesto un retraso en la obra.

Como recomendación de mi experiencia en las técnicas de ensayo de materiales y control de obra estimo que es absolutamente necesario que los ingenieros encargados de ello tengan una amplia experiencia directa, personal, en la ejecución de ensayos.

(Ponencia 14, de la Sesión V de Trabajo de la XVII Semana de la Carretera, 1989: sobre "**El Plan General de Carreteras de Interés del Estado. Situación actual en Asturias.**

LA AUTOVIA MERIDIANA OESTE EN EL DESARROLLO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Comunicación libre presentada por:

Manuel Mateos de Vicente Doctor Ing. de Caminos, C. y P., Doctor of Philosophy
Colegiado como Ingeniero Profesional de Carreteras, en el Estado de Iowa, Estados Unidos.

(Se presenta una propuesta de via rápida que cruce el Oeste de España en dirección Norte-Sur, para eviar la concentración de vehiculos de paso en Madrid, y potenciar la economía del NO, O y SO de España).

Si observamos el plan oficial de las Futuras Autovias y Autopistas (ver la figura 1) veremos que es de circulación radial, centralista, centrípeta, agobiante para España pues prácticamente el mayor tránsito interprovincial ha de hacerse pasando por Madrid, por la Capital. Va a contribuir a que se produzcan aún más atascos en la circulación, pues en desplazamientos interprovinciales puede haber cada dia miles de vehiculos que pasan forzosamente por Madrid. En largos fines de semana, Semana Santa y comienzo y final de vacaciones de verano pueden estar obligados a pasar por Madrid hasta un millón de vehiculos, que no tendrían por qué hacerlo si hubiera otras alternativas. Dada la circulación radial no tienen otro remedio, pero hay que tratar de evitar que ello ocurra.

Se debe realizar la mejora del tráfico sin limitarse a que pase por Madrid, o su Comunidad. Hay que hacerlo con una visión estatal. Para ayudar también a la descongestión de Madrid es absolutamente necesario que EL TRANSPORTE DESDE ASTURIAS HACIA EL SUR TENGA OTRA OPCION A 100 O 200 KM DE LA CAPITAL.

El tránsito desde Asturias o Galicia a Sevilla, Badajoz, Huelva, Cadiz, Málaga, Jaén y Granada no debe pasar obligatoriamente por Madrid como sucede actualmente y seguirá sucediendo con el proyectado plan de Autovias-Autopistas.

Se necesita ya una autovia Norte-Sur por el Oeste de España, que una Asturias con Sevilla. Se puede objetar que actualmente se está mejorando la Via de la Plata (N-630), pero ésta es una carretera obviamente insuficiente pues es de tan solo un carril en cada dirección. Esta carretera tiene actualmente un tránsito diario entre 3 mil y 20 mil vehiculos a pesar de tener un mal trazado. Si fuera ahora una autovia calculo que tendría actualmente un tránsito de más de 10 mil vehículos en los tramos de mínima circulación. Aparte de facilitar el tránsito desde Asturias y Galicia hasta Sevilla, esta autovia daría mucha vida a zonas pobres. Se abrirían unas comarcas que necesitan participar en el desarrollo de España y donde desean llevar una vida más digna y más en consonancia con la del resto de la nación. Pasaría por provincias con muy bajo desarrollo económico. Pasaría por zonas con pueblos donde aún no existe abastecimiento de agua.

Deberá empezar donde termina la actual autopista que une Asturias con León, empalmando con otras autovias o autopistas existentes. Continuará a ser posible por el Oeste de Zamora, y el Oeste de Salamanca (zonas que necesitan ser desarrolladas), y por el Oeste de la provincia de Avila. Que cruce la sierra de Gredos por el Puerto de Tornavacas, uniéndose cerca de Navalmoral de la Mata a la autovia Madrid - Badajoz. Utilizaría conjuntamente esta autovia hasta Mérida, donde seguiría hacia el Sur, aprovechando la también proyectada autopista Mérida-Zafra, para llegar después a Sevilla, donde terminaría. En Sevilla conectaría con las otras autopistas o autovias existentes o en construcción: Sevilla-Cadiz, Sevilla-Huelva, Sevilla-Madrid y Sevilla-Granada-Baza.

La utilización conjunta con la autovia Madrid-Badajoz, en su tramo entre Navalmoral de la Mata y Mérida supondría ahorrarse construir unos 80 km; es decir unos 16 mil millones de pesetas. Al aprovechar las carreteras actuales para uno de los dos sentidos se podrían ahorrar otros 20 o 30 mil millones de pesetas.

El coste de la autovia que propongo se financiaría simplemente con el ahorro, en tiempo y distancia, conque se beneficiaría el tránsito de largo y corto recorrido que por ellas circule. También existe un ahorro muy importante económicamente en la reducción de accidentes. Al pasar a utilizarla vehiculos que normalmente circulan por carreteras saturadas y con alto índice de accidentes se consigue también una disminución en muertos y heridos. Por ejemplo, el autor halló en 1964 que la autopista Barcelona-Molins de Rey (construida posteriormente) se financiaba totalmente con la disminución de los accidentes (o sea menos muertes, asi como menos heridos, vehículos destrozados, y horas de trabajo perdidas).

Esta propuesta debería ser evaluada por los Organismos y Autonomías implicados, por ser de gran valor para el desarrollo de España. Un desarrollo racional, no centralista. Daría vida a muchos pueblos que están siendo despoblados, donde se instalarían nuevas industrias y tendrían una merecida oportunidad de expansión las existentes.

A la izquierda el Plan De Atopistas-Autovias. Centralista. Se deja marginado el Oeste de España.

A la derecha. La Via (Autopista o Autovía) propuesta por el autor para vitalizar Asturias, Galicia, Zamora, Salamanca, Extremadura, y el Oeste de Andalucía.

XVI SEMANA DE LA CARRETERA

INNOVACIONES EN CARRETERAS

Barcelona, 15 al 19 Febrero 1988

ASOCIACION ESPAÑOLA DE LA CARRETERA

I SESION: "INNOVACIONES EN INGENIERIA DE TRAFICO
Ponencia 1: Nuevos métodos para el estudio del tráfico en carretera

COMUNICACION LIBRE

Por Manuel Mateos, Dr.ICCP, PhD, MSc, AOP.
Miembro del Institute of Transportation (antes Traffic) Engineers - Miembro del Transportation Research Board de la U.S. National Academy of Sciences - Profesor de Tráfico y Servicios Urbanos 1967-1987, Universidad Politécnica de Madrid.

Llevo haciendo investigación e innovaciones sobre tráfico en carreteras desde 1963, para lo cual dispuse de varias carreteras experimentales, realicé encuestas, investigué nuevos materiales, analicé señales, conos, otras balizas, barreras de seguridad, etc. Los resultados han sido muy positivos habiendo podido reducir drásticamente los accidentes mediante gastos normales o de poca importancia. En algunos casos podemos decir que los gastos son menores que por los métodos tradicionales. Cinco de las señales que he propuesto han sido aceptadas en el Código de Circulación, y ahora veo que se está pintando de color naranja la línea de señalización en planta en los tramos en obra, lo que venía proponiendo desde hace años.

Parte de esta investigación ha aparecido en unas 50 comunicaciones. La lista con los resúmenes se puede facilitar por cortesía pidiéndola a: Apartado 31031, Madrid 28080.

Actualmente estoy llevando a cabo una campaña de propuestas para reducir en mil el número de muertos al año en accidentes viales. Esto comporta un análisis de todos los factores que intervienen (Coches, bicicletas, motocicletas, camiones, maquinaria, balizamiento, señales en alzado (vertical), señalización en planta (horizontal), etc. Al ser una campaña que hago solo, con mis propios medios no puede desarrollarse lo deprisa que deseara. Algunas de las propuestas son: "La problemática de la maquinaria de obras públicas en la reducción en un millar en las muertes anuales por accidentes viales - Propuestas 51 a 60" (Revista ATEMCOP, Cruz del Sur 3, Madrid 28007); "La señalización horizontal - Propuestas 71 a 84 para contribuir a la disminución de los accidentes viales" (Revista CIMBRA de Mayo 1987, calle de Miguel Angel 16, Madrid 28010). No tengo impresa la lista de estas propuestas, ya que estoy todavía desarrollando la campaña.

IV Sesión: "Innovaciones en la Construcción
Ponencia 1: "Pavimentos"

COMUNICACION LIBRE

Por Manuel Mateos, Dr. Ing.C.C.P., Dr. of Philosophy
Miembro del Transportation Research Board, de la National Academy of Sciences-National Research Council; Miembro del Institute of Transportation Engineers.

Me parece una magnífica idea el haber organizado estas Jornadas sobre Innovaciones en Carreteras. Ello significa que podremos expresarnos libremente en tema fundamentales.

Me voy a referir a los pavimentos de hormigón. Comprueba que últimamente se usa, por fin, a menudo este material, y que además se añaden cenizas volantes a tales pavimentos. Ambas son soluciones económicas.

Como usuario conductor estoy sufriendo las molestias causadas por las estrías que se hacen en pavimentos nuevos, recién abiertos al tránsito. Las estrías producen:
1- Ruido, y por lo tanto molestias, lo que se traduce en cansancio del conductor, lo que implica más accidentes viales.
2- Un mayor desgaste de los neumáticos, lo que perjudica la economía del usuario.

Estimo que el estriar un pavimento recién terminado no es aconsejable, pues todavía no está pulimentado el mortero superficial ni tampoco son visibles los áridos. El estriado se debería ejecutar cuando y donde fuere necesario. No sistemáticamente.

He tenido mucha experiencia en pavimentos de hormigón y de asfalto, antes de empezar los estudios superiores. Después, en 1954, al terminar Obras Públicas, en mi primer trabajo -que fué con una empresa extranjera- entré en contacto con grandes innovaciones (desconocidas entonces en España) en la construcción de pavimentos de hormigón y asfalto. En 1964 para un proyecto recomendé se hiciera de hormigón la autopista Barcelona-Molins de Rey; previamente visité las dos fábricas de cemento que había a lo largo del trazado, y resultaba más barato hacer el pavimento de hormigón que de asfalto. No se hizo de hormigón por razones que desconozco. Ultimamente se ha vuelto a emplear más el hormigón y menos el asfalto y creo que hay un gran futuro para los pavimentos de hormigón.

IV Sesión: "Innovaciones en la Construcción"
Ponencia 3: "Maquinaria"

COMUNICACION LIBRE

Por Manuel Mateos de Vicente
Dr. Ing. de Caminos, C. y P., Ayudante de Obras Públicas. Del Comité de Inventiva, Creatividad y Prospectiva del Instituto de la Ingeniería de España. Profesor, Universidad Politécnica de Madrid.

La maquinaria de la construcción ha evolucionado muchísimo en los últimos años. Sin embargo creo que queda una innovación importante por incorporar en muchas máquinas: hacer las cabinas para que sea un habitáculo confortable y agradable para una persona que debe manejarla durante una media de 10 horas diarias.

Recientemente he hecho DIEZ PROPUETAS para evitar parte de los accidentes viales debidos a la maquinaria de la construcción ("La problemática de la maquinaria de obras públicas en la reducción en un millar las muertes anuales por accidentes viales", por M. Mateos. Propuestas 51 a 60 de una larga serie. Pendiente de publicación, en la revista ATEMCOP, Asoc. Española Técn. Maquinaria para la Constr.y Obras Públicas, calle Cruz del Sur, 3; Madrid 28080). Entre ellas hay una en la que proponía que las máquinas tengan una cabina amplia, con asientos anatómicos y cubiertos de algún material que sea transpirable, pues generalmente son de plástico antihigiénico.

Mi recomendación es que las máquinas se elijan no solo por sus aparentes prestaciones, sino también en grado bastante decisivo por la comodidad que ofrezcan al operario que las maneje. De esta manera se obtendrá una economía indirecta. Recomiendo encarecidamente que el encargado de la compra de la maquinaria pase unas horas conduciéndola o sentado en el lugar del conductor antes de decidir sobre su compra. Me baso en esta recomendación porque conozco ex-conductores con incapacidad permanente causada por haberse dañado la columna vertebral por el mal diseño de la cabina en la cual trabajaron años.

El tener unas cabinas hechas pensando en que la máquina debe ser manejada por un ser humano, puede ser una de las mejores innovaciones en la maquinaria de obras públicas.

IV Sesión: "Innovaciones en la Construcción"
Ponencia 4: Drenaje

COMUNICACION LIBRE

Por Manuel Mateos, Dr. ICCP, PhD, PE
Profesor Obras Hidráulicas. Univ. Politécnica Madrid.

Los Organizadores de la Semana de la Carretera han hecho una gran labor al poderse comentar algunos aspectos especiales al ser estas unas Jornadas dedicadas a la Innovación, donde se puede comentar libremente sobre aquellas prácticas que consideramos pueden ser mejoradas y contribuir a un mejor empleo de los presupuestos.

Algo que me ha llamado en muchas ocasiones la atención es la solución que se le da al drenaje. Este es necesario y fué introducido en España hace solo unos 20 años, a pesar que era una técnica muy conocida con bastante anterioridad desarrollada por los agrónomos y agricultores. Esta contribución al drenaje fué hecha para poder sembrar en terrenos que se encharcaban durante ciertas épocas del año, lo que hacía se perdieran las cosechas.

Ello llevó al profesor Anson Marston de la Iowa State University of Science and Technology (antes Iowa State College of Agriculture and Mechanic Arts) a iniciar en 1908 un análisis de los problemas que presentaba el drenaje, necesario para no perder las cosechas en millones de hectáreas de las llanuras de Iowa, Nebraska, Illinois y otros estados donde la lluvia intensa caia hacia el mes de Junio. Esta investigación fué llevada a cabo en el departamento de ingeniería civil (en España caminos, canales y puertos), de la mencionada Universidad. Se estudiaron los suelos, las zanjas, sus rellenos, los tubos en sus formas y materiales, asi como el movimiento del agua en el suelo. Este trabajo fué seguido por los profesores W. J. Schlick, M. G. Spangler y actualmente Richard L. Handy (estos dos últimos fueron profesores mios). Algunas de aquellas publicaciones históricas que conservo son:

"The theory of loads on pipes in ditches and tests of cement and clay drain tile and sewer pipe", por A. Marston y O. A. Anderson, Boletín 31, Iowa Engineering Experiment Station, Iowa State University, 1913.

-"The theory of underdrainage", por W. J. Schlick, Boletín 50, Iowa Eng. Exp. Sta. I.S.U., 1918.

-"A preliminary experiment on the supporting strength of culvert pipes in an actual embankment", por M. G. Spangler, Bol.76, Iowa Eng. Exp. Sta.,ISU, 1926.

="Loads on pipe in wide ditches", por W.J. Schlick, Boletín 108, Iowa Eng. Exp. Sta., I.S.U., 1932.

No voy a evaluar aquí los aspectos generales del drenaje subterráneo (o subdrenaje), pues hay docenas de libros sobre el tema en colecciones sobre agronomía.

En mi época de estudiante los libros que teníamos que comprar para aprender las asignaturas sobre el drenaje subterráneo fueron "Soil Physics", por L. D. Baver (John Wiley and Sons, Inc.) y "Drainage of Agricultural Lands", dirigido por James L. Luthin (American Society of Agronomy).

Otros libros sobre el tema son los siguientes:

-"Drenaje Urbano", coordinador Juan José Bolinaga, Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Caracas, 1979.
-"Ensayos de drenaje", por P. J. Dieleman y B. D. Trafford, FAO, Roma, 1976.
-"Manual de Drenaje", por Aurelio Hernández Muñoz, Formica Española, Galdácano, Vizcaya, 1979.
-"Drainage Engineering", por James N. Luthin, John Wiley and Sons, Inc, 1966.
-"Drenajes Agrícolas para Ingenieros", por H. B. Roe, Q. C. Ayres y M. Susi, Ed. Omega, Barcelona, 1960.
-"Drainage Manual. A Water Resources Technical Publication", U. S. Department of the Interior, Washington, 1978.

Mi preocupación por el drenaje en carreteras ya la expresé hace 20 años ("¿Tubos Porosos o No Porosos?", por M. Mateos, CIMBRA, Septiembre de 1967, Revista del Colegio de Ingenieros de Obras Públicas, Miguel Angel 16, Madrid). El siguiente párrafo es de aquella comunicación:

"Hay que reconocer que el tubo poroso ofrece un favorable impacto visual al lego en la técnica de drenaje subterráneo, y se hallará inclinado a dejarse convencer que existe una superioridad en los tubos porosos sobre los no porosos cuando extrapola los conceptos de la hidráulica de superficie a la hidráulica de suelos ..."

En definitiva estimo que pueda conducir a alguna innovación el que se analice la tecnología actual del drenaje subterráneo en agricultura y su aplicación al drenaje de pavimentos.

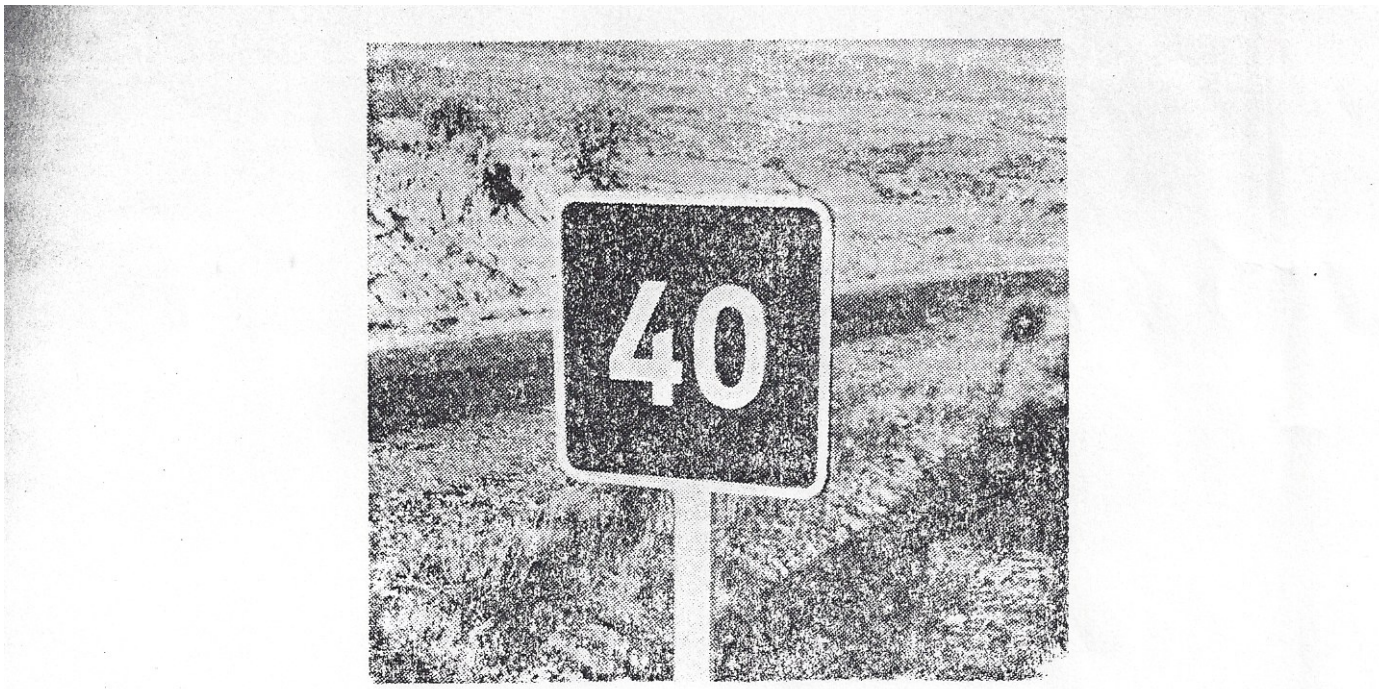
C - II - 2

Comentarios sobre la señal de velocidad recomendada

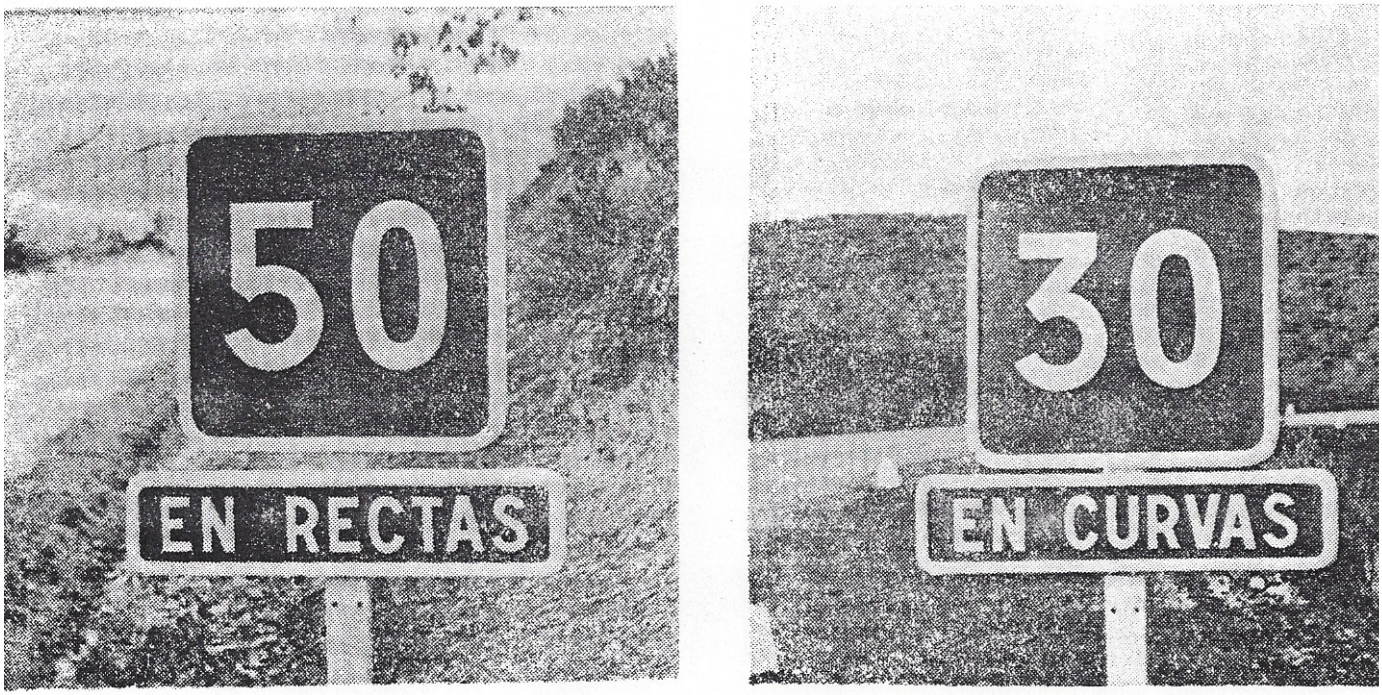
D. Manuel MATEOS DE VICENTE

ASOCIACION ESPAÑOLA DE LA CARRETERA

IX SEMANA DE LA CARRETERA
Palma de Mallorca, 4-10 mayo 1975



Señal normalizada actual.



Señal normalizada que proponemos para aumentar su eficacia. Números mayores.
(El faldón es optativo.)

La señal de «velocidad recomendada» era hasta ahora una señal prácticamente muerta. Con la decisión de sustituir en carretera la señal de velocidad máxima por la de velocidad recomendada, esta última ha cobrado tal importancia que de ahora en adelante será una de las más abundantes en las carreteras de nuestro país.

Desde 1954 estoy trabajando en un programa extenso de análisis de las señales de tráfico, incluyendo formas, tamaños, colores, aceptación por el usuario y materiales nuevos. Estos estudios los llevo a cabo dentro de las limitaciones propias de la investigación particular y luchando contra toda una serie de dificultades que se van venciendo con la ilusión de preparar la tesis doctoral.

Por lo que se refiere a la señal de velocidad recomendada, la analizamos hace varios años. Realizamos una encuesta para saber si el usuario recordaba su significado después de haber transcurrido más de un año desde que obtuviera su permiso de conducir. Comprobamos que la mitad de los conductores consultados no recordaban el mensaje de dicha señal.

Este resultado justificaba un análisis para modificar y mejorar en lo posible la señal. En seguida observamos la necesidad de hacer los números más grandes, con lo cual obteníamos:

— Mejor visibilidad del mensaje.
— Una señal más estética, pues los números de la normalizada quedaban demasiado pequeños dentro del cuadro.

Para paliar en lo posible el hecho de que algunos usuarios lo comprendieran creímos necesario ponerle un cartel explicativo con un mensaje corto y directo. Así creamos dos variantes: una con el cartel «EN RECTAS» y otra con el cartel «EN CURVAS».

Desde que realizamos la encuesta en 1970-71 hasta que conseguimos probar nuestra señal en carretera, en 1974, transcurrieron unos años que denomino los de las dificultades para probar los resultados de nuestros estudios.

Las señales que proponemos son preferidas por el usuario, comparándolas con las usadas actualmente, casi por unanimidad, por lo que pedimos se normalice nuestra propuesta y se anule la ahora vigente, sin perjuicio de que las que haya colocadas se las mantenga hasta que deban ser renovadas por deterioro u oxidación.

COMUNICACION III-D

La carretera en la lucha contra la contaminación

Factores favorables y desfavorables

D. Manuel MATEOS DE VICENTE
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Master of Science
Doctor of Philosophy

VIII SEMANA DE LA CARRETERA
San Sebastián, 18-23 de junio de 1973

INTRODUCCION

Ultimamente se está dando una gran importancia a todo lo relacionado con la polución, y a la vez se amplía el concepto contaminación. Aunque es un problema que ha existido siempre, la sociedad no ha empezado a considerarlo hasta los últimos años, concretamente en España hacia el año 1969. Desde entonces se habla de la peligrosidad de los gases de escape de los coches, de los ruidos y sus molestias, del peligro que supone para la naturaleza la ingente cantidad de nuevos productos químicos que se vierten por doquier, de la erosión, etc.

En el año 1965, en la Semana que tuvo lugar en León, leí una comunicación sobre la polución de la atmósfera debida a la combustión de hidrocarburos. Aquel trabajo fue publicado después en la revista «Alemas», en el número de octubre de 1965. Indicábamos en aquella época en la que nadie había oído hablar de la contaminación atmosférica, que ciudades como Madrid, Barcelona y Bilbao, tenían ya altos niveles de contaminación.

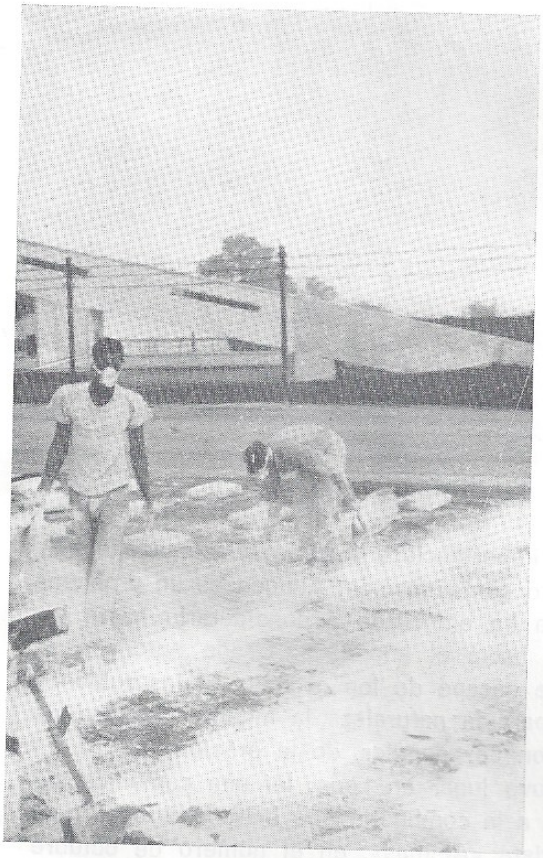
Mi interés por estos temas no es reciente. En el año 1956 tuve que elegir un tema para realizar trabajos de investigación, inclinándome por un aspecto de la lucha contra la polución. Así he llevado a cabo varios trabajos en este campo, destacando el aprovechamiento de los sólidos que escapan, junto con los humos, de las centrales térmicas, por haberle dedicado más tiempo y esfuerzos.

Actualmente sigo trabajando en estos problemas de investigación por mi cuenta, ya que es difícil obtener ayudas. De esta forma continúo analizando los distintos aspectos de la contaminación en las carreteras.

LA CARRETERA COMO FACTOR ANTICONTAMINACION

Nos referimos a la carretera en su aspecto de consumidora de productos que polutan la atmósfera, las aguas, la naturaleza.

Entre los trabajos que he realizado busqué una salida para diversos residuos que polutan la atmósfera, principalmente traté de ver si estos residuos podían incorporarse al firme para mejorar los terrenos existentes o bien mezclarlos con gravas y otros materiales que se emplean para construir los firmes. En este sentido he investigado la mencionada utilización de cenizas procedentes de centrales térmicas, de escorias de hornos, de melazas procedentes de las refinerías



Extendido de cal sobre una capa de cenizas recogidas para evitar la polución atmosférica. La mezcla de cal con cenizas produce un hormigón puzolánico usado como base de pavimentos. Trabajos hechos por el autor.

Aprovechamiento de cenizas para construir un firme en Indianápolis, cuyos trabajos fueron dirigidos por el autor.

de azúcares, de lignosulfonatos procedentes de las fábricas de papel que emplean pulpa (también llamadas lejías negras), de aminas y otros productos de los sebos de desecho de los mataderos industriales, del cloruro cálcico y de otras sales que abundan o son baratas por ser productos de desecho de industrias. En todos estos ensayos he comparado los productos mencionados con otros métodos de construcción de firmes más comunmente usados, como son el cemento, piedra, etcétera. No vamos a indicar ahora la eficacia relativa de cada uno de estos productos, pues creemos que aquí solamente basta con que tomemos conciencia de que la carretera puede ser un gran consumidor de productos de polución en la construcción de firmes.

FACTOR PAVIMENTO

El pavimento es un factor que contribuye a la contaminación como causante de ruidos en los vehículos. He realizado investigaciones de ruidos en los vehículos, tratando de analizar los niveles de ruido que experimentamos al conducir por pavimentos en distintas condiciones. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1. Como comparación se ofrecen los resultados de los ruidos de cada vehículo estando parados.

Es difícil indicar cuál es el nivel máximo de ruidos que debe permitirse. Ultimamente se está averiguando que los ruidos altos pueden causar sordera temporal y en ocasiones hasta permanente. La sordera permanente depende no sólo de la cantidad de ruido, sino, además, de la intensidad. Se teme que ruidos que superan los 105 decibelios, si se mantienen durante bastante tiempo, pueden afectar al sentido auditivo, produciendo sorderas permanentes. En la tabla que acompañamos se aprecia que los pavimentos en mal estado pueden considerarse peligrosos por ser generadores de ruidos de alto volumen.

Algunos pavimentos pueden causar malestares al hacer aumentar la intensidad de los ruidos.

Estamos haciendo estudios comparativos entre pavimentos en buen estado, de asfalto y de hormigón. No podemos presentarlos aquí por no tener suficientes datos, aunque podemos anticipar que el pavimento de hormigón es más ruidoso que el pavimento asfáltico, pero no en la medida que se creía hasta ahora. Es probable que sólo sea del orden de dos a cuatro decibelios más ruidoso.

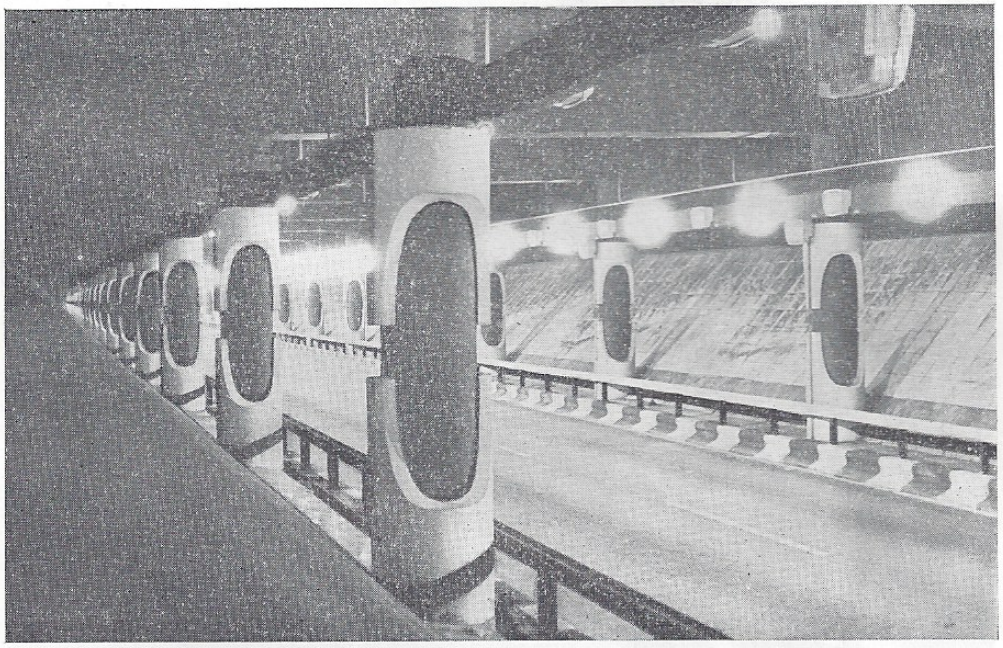
TABLA I

NIVELES DE RUIDOS EN FUNCION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO

(Medidos en decibelios)

	Coche A	Coche B	Coche C	Coche D	Coche E	Coche F
Parados						
Ralentí	87	78- 80	86	88- 89	90- 92	77- 78
Acelerado	95- 99	88- 90	90- 94	93- 96	94- 97	92- 94
En marcha						
Autopista	98-103	99-103	92- 96	96- 98	97-102	96-100
Pavimento asfált. normal.	96- 98	92- 96	90- 94	90- 94	97- 99	89- 91
Pavimento en mal estado.	96-102	98-104	98-104	100-104	102-104	102-104
Adoquinado	102-106	106-108	100-104	100-104	106-107	102-106

Nota: Estas medidas se efectuaron en directa a unos 60 km/h., excepto en la autopista, donde la velocidad era de 100-110 km/h. En el apartado «pavimento en mal estado» se hicieron en tercera, y a una velocidad de 25 a 35 km/h.



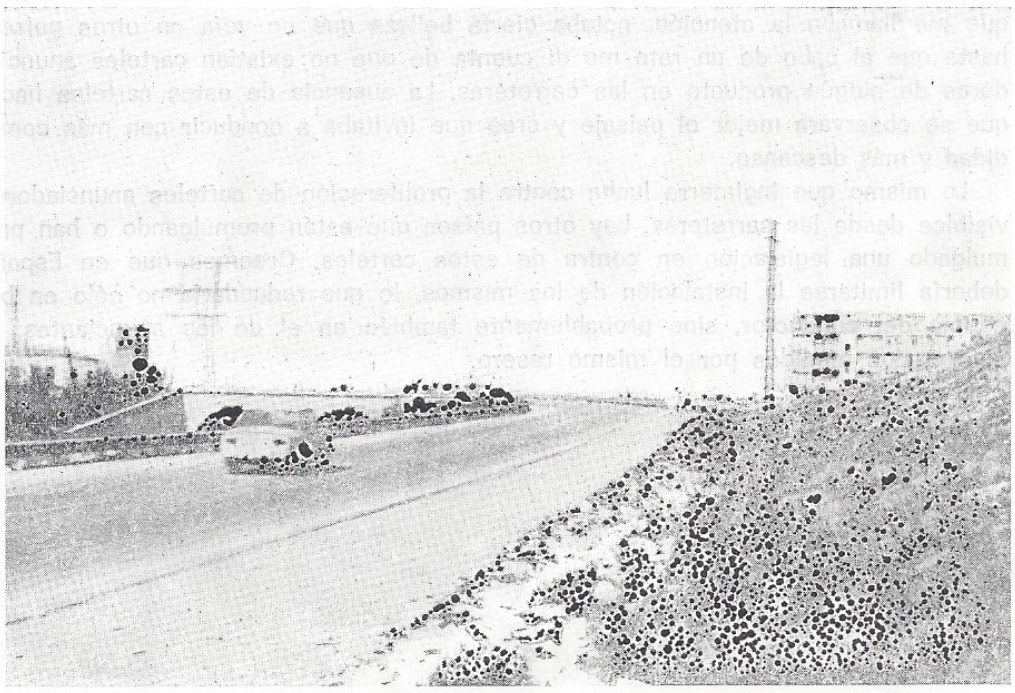
En algunos tramos de carretera, paso sobre puentes, túneles, pasos inferiores y carriles para camiones, hemos observado un efecto «golpeo luminoso» que puede causar gran malestar a algunos conductores. Este efecto es debido a pintar franjas alternadas en distintos colores, separar los puntos de luz y contrastes en la iluminación.

EL FACTOR ILUMINACION

Estamos realizando también investigación, desde hace varios años, aunque con lentitud debido a nuestra carencia de medios, sobre los efectos en los conductores, de ciertos tipos de iluminación. En algunos túneles y pasos subterráneos se observa una iluminación discontinua, a la que consideramos un golpeteo psíquico sobre el individuo que puede causarle cansancio y trastornos. De momento creemos que la iluminación de esos lugares debe ser continua, no puntual, para evitar los desagradables efectos de lo que denomino **golpeteo luminoso.** También se observa este fenómeno en algunas marcas del pavimento cuando las divisiones están muy juntas, por ejemplo en los trazados que se usan para separar la circulación de camiones en rampas, así como también en las franjas de colores blanco-rojo y blanco-negro con que se pintan algunos bordillos, pasos subterráneos y puentes.

Como consecuencia de estos hallazgos no recomiendo el empleo de franjas para acentuar la existencia de bordillos o delimitar zonas de aparcamiento.

En la fotografía que se acompaña, realizada en un paso subterráneo de reciente construcción, el efecto **golpeteo luminoso** se observa no solamente en las luces puntuales, sino también en las marcas del bordillo y en la decoración de las columnas con sus contrastes entre los colores blanco y negro.



La carretera como basurero.

LA CARRETERA COMO BASURERO

Consideramos otro factor de contaminación el arrojar basuras en las carreteras desde los coches. Bien es verdad que no es costumbre de los españoles tirar desde los coches otra cosa que papeles o restos de comida, fácilmente degrada-

bles. Sin embargo, es posible que de ahora en adelante tengamos gran cantidad de cascos a lo largo de las cunetas y taludes de las carreteras, debido a que las casas productoras de bebidas se desentienden del problema de las botellas vacías. Esto dará como resultado un aumento en la basura que se acumula en las cunetas y taludes a lo largo de la carretera.

En algunos países hemos visto advertencias contra el arrojar basuras y desperdicios en las carreteras, con multas hasta el equivalente a varios miles de pesetas. Conviene que se sea más estricto en la imposición de sanciones de aquellos que empuercan la carretera, acompañado de una campaña de propaganda.

EL FACTOR SEÑALIZACION

En este apartado no nos referimos a la señalización de la circulación como tal, sino a la contaminación causada por señalas en mal estado, señales que se abandonan, que quedan sin pintar, que se oxidan rápidamente o la proliferación de carteles de obra.

Aparte de estos carteles que están bajo la jurisdicción inmediata de la carretera, hay lo que se podía llamar contaminación ambiental que son los carteles que anuncian miles de productos diferentes.

Recuerdo que la primera vez que pasé por las carreteras inglesas había algo que me llamaba la atención, notaba cierta belleza que no veía en otros países, hasta que al cabo de un rato me di cuenta de que no existían carteles anunciadores de ningún producto en las carreteras. La ausencia de estos carteles hacía que se observara mejor el paisaje y creo que invitaba a conducir con más comodidad y más descanso.

Lo mismo que Inglaterra lucha contra la proliferación de carteles anunciadores visibles desde las carreteras, hay otros países que están promulgando o han promulgado una legislación en contra de estos carteles. Creemos que en España debería limitarse la instalación de los mismos, lo que redundaría no sólo en beneficio del conductor, sino probablemente también en el de los anunciantes, al estar todos medidos por el mismo rasero.

SEÑAL PROPUESTA

Aclaraciones:

M. M.
Apartado 31031
Madrid

SEÑAL PARA CAMINOS SIN SEÑALIZAR

Manuel Mateos de Vicente
I.C.C.P. - A.Ó.P. - P.E. - M.S. - Ph.D.

VII SEMANA DE LA CARRETERA
Comunicación a la
Conferencia IV, B

Madrid 18-23 de Octubre de 1971

JUSTIFICACION

De una inclinación por desarrollar la sociedad, que todos llevamos dentro, y de una inquietud particular por los temas de tráfico, nació hace varios años una dedicación planificada a la investigación sobre diversos aspectos de la circulación, a nivel de nuestras propias posibilidades económicas.

Uno de los aspectos donde hemos acentuado nuestros esfuerzos es la señalización, estudiando las señales existentes, sus posibles cambios y la creación de algunas necesarias e inexistentes. Nos motiva el tratar de mejorar la circulación y contribuir a una reducción en los accidentes viales, pues ni fabricamos ni vendemos señales de tránsito.

En la presente comunicación se recogen gráficamente algunas de las pruebas para crear la señal de **caminos sin señalizar** que no existía en el Código de la Circulación.

SELECCION DE LOS 30 PROTOTIPOS ENSAYADOS

Conclusiones de la III semana de la carretera en España

Por Manuel Mateos

Por tercer año consecutivo se reunieron los grupos españoles relacionados con la carretera, para discutir los problemas camineros de España. La discusión fue organizada por la Asociación Española de la Carretera. Las jornadas de trabajo tuvieron lugar en León y en Santiago de Compostela, entre el 26 de septiembre y el 2 de octubre del año pasado.

Robert O. Swain, presidente de la Federación Internacional de Carreteras inauguró la semana con una conferencia sobre "Actividades de la *FIC* en la investigación vial". El presidente de la *FIC* se refirió a la reunión mundial celebrada en Madrid en 1962, donde fue concebida la idea general de levantar un inventario sobre investigación y adelantos en materia de carreteras y de transporte vial. Este inventario se lleva a cabo en diecisiete países. España está entre éstos.

El señor Swain al referirse a las naciones en vías de desarrollo afirmó: "No siempre es el país más desarrollado el que motiva todos los adelantos en investigación y progreso vial, sino que, frecuentemente, el área llamada subdesarrollada puede, por razones de necesidad, crear nuevos métodos en esta materia".

Las ponencias presentadas versaron sobre: La carretera, generadora de renta; por J. González Paz; Servicios de la carretera, por L. Fernández Fúster; Contratación de Obras, por S. Sánchez Terán; Los pavimentos blancos, por J. Rezola Azaguirre; El precio del automóvil en España, por F. Fernández Quintas; Carreteras de interés turístico, por E. Sanz Pareja; Señalización de carreteras, por F. Cecilia Santamaría; La carretera como recreo, por A. del Campo Francés; Carreteras de Peaje, por A. Valdés; El vehículo y la carretera, por C. Boada y los Problemas de las empresas constructoras en relación con la construcción y conservación de carreteras, por la Agrupación Nacional de Constructores de Obras Públicas.

Como nota curiosa se puede citar la ponencia sobre "Servicios en la Carretera". Don L. Fernández Fúster habló sobre una red de "minialbergues", que tiene en estudio el Ministerio de Información y Turismo de España. Estas instalaciones se supone que serán explotadas cada una por una familia.

En relación con la "Contratación de Obras" se habló de los problemas que afectan a la Administración, que son: una fuerte expansión de las inversiones en obras públicas, la nueva legislación de contratas en España, la presencia creciente de empresas extranjeras en la contratación de obras, los problemas de revisión de precios y de las garantías de los contratos, la clasificación de los contratistas y la financiación de equipos por las empresas.

La contratación de obras es un hecho antiguo y con amplia tradición en la administración española, prosiguió diciendo el ponente. Ya en el siglo XIX se dictaron abundantes normas legales sobre la materia. Ejemplos patentes de los avances logrados en esta materia son la revisión de precios, la aceleración de los avales en la prestación de fianzas, la mejora en la calidad de los proyectos y la supresión de las adjudicaciones automáticas con bajas temerarias.

En cuanto a los "Pavimentos blancos", se indicó que las carreteras construídas en Estados Unidos de América con pavimentos blancos—según cifras dadas por publicaciones de este país—en las autopistas de peaje ascienden a 65%; en las rutas federales construidas antes de junio de 1960, al 65%, y con posterioridad a esa fecha a 75%.

Las ventajas de los pavimentos blancos son: una mejor distribución