

La meteorología de carreteras en España

José Bellido Mengual. Telvent, Sevilla

La meteorología tiene una clara influencia en la operación de los sistemas de transporte que son vitales para el desarrollo de un mundo globalizado. En este artículo nos centraremos en las soluciones basadas en sistemas de información que han sido diseñadas y puestas en práctica para la ayuda a la toma de decisiones en la gestión viaria.

En un primer apartado se incluirá la descripción del problema y del estado del arte, y a continuación se explicará la historia de la relación meteorología-carretera en nuestro país.

Introducción

El transporte por carretera es un componente esencial en la vida diaria de millones de personas en todo el mundo. La aparición de fenómenos meteorológicos adversos, especialmente en invierno, tiene una influencia notable en la seguridad en la carretera y en los retrasos acumulados. La climatología de muchos países obliga a notables inversiones en sistemas de mantenimiento viario y se estima que por cada euro invertido se ahorran ocho, fundamentalmente en la reducción de retrasos y en la disminución del número de accidentes (Thornes, 2000).

Los parámetros meteorológicos que tienen una mayor importancia en la gestión viaria son la precipitación, el viento y la visibilidad. La aparición de hielo, nieve o agua en la calzada constituye uno de los mayores peligros en la conducción ya que ocasiona pérdidas de adherencia en las ruedas. Otros fenómenos meteorológicos como las nieblas o las precipitaciones intensas, también tienen una incidencia directa en las estadísticas de accidentes (Rosetti, 2008). En estos últimos años, se pueden recordar varios episodios meteorológicos que han provocado situaciones caóticas en las carreteras españolas. Las infraestructuras han mejorado notablemente pero también ha crecido de forma espectacular el parque de vehículos por lo que deben buscarse herramientas que permitan optimizar la toma de decisiones en la operación de las redes de transporte.

Los sistemas meteorológicos de carretera (“RWIS” por sus siglas en inglés) constituyen la solución a las necesida-

des de información de la gestión viaria. Con el objeto de conocer en cada momento el riesgo para la circulación que suponen los factores meteorológicos, diferentes organismos públicos y compañías privadas operan sistemas de monitorización del estado de las carreteras.

Estos sistemas, constan de estaciones meteorológicas dotadas de sensores para la medición de las variables meteorológicas (viento, temperatura, humedad del aire, radiación, precipitación, visibilidad) y de las variables de estado del firme (temperatura en superficie y estado de la calzada) que afectan a la circulación. La información suministrada por esta red de estaciones se procesa y distribuye desde un centro de control con el objetivo de prestar una ayuda esencial en la mejora de la gestión de las redes de carreteras según una triple vertiente:

- Seguridad: con la detección temprana y seguimiento de fenómenos meteorológicos adversos. Se estima que la meteorología adversa está presente en el 23% de los accidentes que se registran cada año en Europa y en el 25% en Estados Unidos.

Estación meteorológica en Álava



- Movilidad: con una optimización de la red de carreteras y reducción de los atascos. La meteorología es la segunda causa más frecuente de atascos. Con el “mal tiempo” la fluidez del tráfico decrece exponencialmente, aumentando el tiempo invertido en desplazamientos.

- Sostenibilidad: con una optimización de costes y fuentes, ayudando en la toma de decisiones de un mantenimiento sostenible en recursos y respetuoso con el medio ambiente.

Aunque las estaciones permiten obtener información, en muchos casos en tiempo real, de las condiciones meteorológicas y de la calzada, es necesario disponer también de herramientas de pronóstico para realizar una gestión eficiente de la circulación. La evolución natural de los sistemas RWIS ha incluido la integración de las salidas de los modelos numéricos de predicción meteorológica suministrada por compañías privadas o por los Servicios Meteorológicos Nacionales. Además de las condiciones meteorológicas

locales, los sistemas de información meteorológicas más avanzados incluyen modelos que predicen la temperatura y el estado de la calzada. Para ello, tienen en cuenta los cambios a lo largo de la sección de la calzada y su combinación con la predicción meteorológica local, lo que permite pronosticar como afectarán las condiciones previstas a la superficie de la carretera. En la actualidad, se han desarrollado modelos de calzada que usan básicamente balances de energía o modelos de conducción de calor unidimensional aunque también se han aplicado en ocasiones modelos basados en redes neuronales.

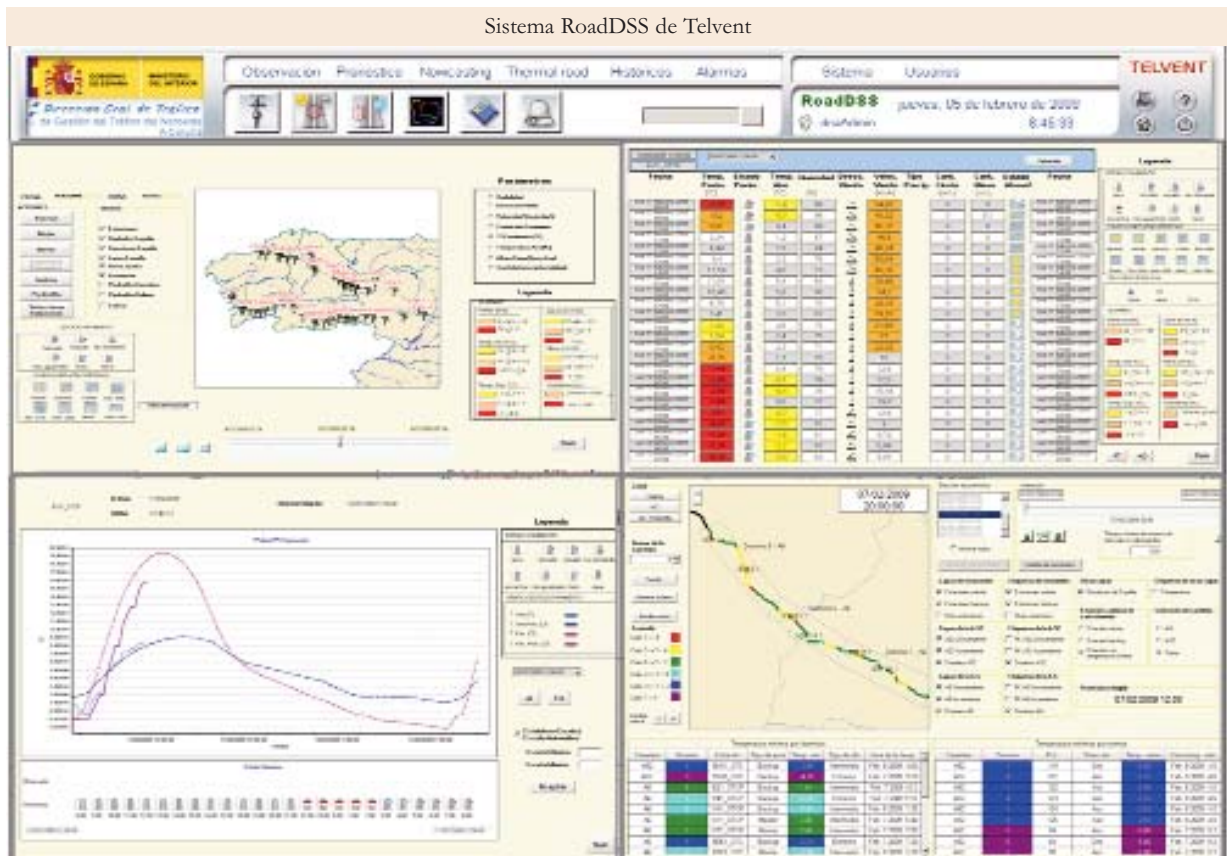
Los modelos numéricos de carreteras se ven limitados a generar una predicción única para la ubicación en la que se encuentra instalada la estación meteorológica, cuyos datos se usan como entrada al propio modelo. Por ello se han desarrollado modelos y técnicas que permiten proyectar la predicción a lo largo de la red de carreteras. En los años 80, las Universidades de Birmingham (Reino Unido) y Goteborg (Suecia) desarrollaron el concepto de mapa térmico para generar interpolaciones entre las estaciones de la red a partir de los datos de temperatura de la calzada obtenidas en campañas de muestreo (Shao, 1996). El mapa térmico es una representación geolocalizada de las variaciones de temperatura de la calzada en el tramo en estudio y permite conocer el comportamiento de la carretera obtenida a partir de los datos reales capturados por un vehículo equipado con un sensor de temperatura.

La técnica de los mapas térmicos posee algunas limitaciones. El uso de campañas de muestreo realizadas bajo

diferentes condiciones de estabilidad atmosférica no siempre permite cubrir el rango de condiciones meteorológicas experimentadas a lo largo del invierno. Además, su mayor limitación viene marcada por el hecho de que se trata de una técnica que proporciona una predicción estática ya que se genera un patrón fijo que se aplica en función de las condiciones atmosféricas existentes.

Para solucionar estos problemas, se están desarrollando en la actualidad modelos basados en Sistemas de Información Geográfica (SIG) con objeto de generar la predicción de la temperatura de la calzada. Para ello se usa una base de datos de parámetros geográficos que modela el componente espacial. Este enfoque permite la proyección de la temperatura a lo largo de toda la carretera a partir de las predicciones del modelo como alternativa al mapa térmico. Es decir, más que predicciones localizadas, el modelo SIG se aplica en miles de ubicaciones (por ejemplo considerando estaciones virtuales cada 50 metros) a lo largo de la carretera. El aspecto más complicado de obtener con esta metodología es la modelización adecuada de la componente geográfica para representar de manera coherente su influencia en la temperatura de la calzada. En la actualidad estos métodos están comenzando a implantarse en Reino Unido tras varios años de análisis y pruebas.

Por último, no podemos dejar de citar los estudios y desarrollos realizados con sensores embarcados en vehículos, que permiten anticipar que la nueva generación de RWIS podría incluir una densa malla de estaciones meteorológicas móviles (Pissano, 2004).





Estación meteorológica de carreteras en Alberta (Canadá)

Situación en España

A comienzos de los años 90, la Dirección General de Tráfico (DGT) realizó un estudio para la búsqueda de soluciones a los problemas generados por la vialidad invernal. Para ello, fijó su atención en los pasos dados en aquellos países más avanzados con graves problemas de circulación por fenómenos meteorológicos como los países nórdicos y Suiza (Del Campo, 2009). Como consecuencia de este estudio, y tras una fase inicial de estandarización y certificación, se instalaron estaciones meteorológicas para la toma de datos y ayuda al gestor de la circulación en las principales arterias de comunicaciones nacionales. Actualmente, el parque de estaciones meteorológicas operadas por la DGT es superior a 400, y se ve complementada con sistemas similares operados por los propietarios de las infraestructuras (Ministerio de Fomento, Compañías concesionarias) y otros organismos locales y autonómicos.

Este conjunto de redes de estaciones meteorológicas en continua expansión, constituye el esqueleto básico del sistema que permite conocer la situación actual y la evolución de la interrelación meteorología-tráfico pero no dispone, en general, del pronóstico de las condiciones futuras.

En España, el primer sistema RWIS con pronóstico se instaló el año 2003 en la A6, en la zona de Piedrafita. A partir de los desarrollos realizados por la compañía Telvent, este sistema, denominado RoadDSS; se ha ampliado y actualizado para cubrir en la actualidad más de 300 km de autopista en el Noroeste de España (Galicia y Castilla-León) donde se han desplegado más de 70 estaciones meteorológicas de carreteras. Las previsiones actuales de la DGT pasan por exportar este modelo al resto de Centros de Gestión del Tráfico de nuestro país.

En paralelo, Telvent ha instalado para su cliente Aemet sistemas de detección de hielo (IDS por sus siglas en inglés) en varios aeropuertos españoles como complemento a los sistemas de ayudas meteorológicas. Así, Madrid (Barajas), Vitoria, Burgos y Salamanca disponen de IDS integrados en los sistemas de información meteorológica

del aeropuerto. En la actualidad, no dispone de predicción pero se han desarrollado unos algoritmos de “nowcasting” que permiten la generación de alarmas atendiendo a la evolución de las variables.

Otro hito importante en esta área para una compañía española como Telvent, ha sido el proyecto del RWIS en Alberta (Canadá). Este proyecto incluye el diseño y suministro de una red completa de estaciones meteorológicas desplegadas en las principales vías de la provincia canadiense de Alberta que tiene una extensión superior a la española y una climatología invernal extrema. El proyecto incluye 10 años de operación y mantenimiento del sistema completo, incluyendo la predicción meteorológica adaptada a las redes viarias, a partir de la información de la red y de los datos generados por el Servicio Meteorológico Canadiense (*Environment Canada*). Además, con la adquisición en el año 2008 de la compañía DTN, Telvent se ha convertido en el suministrador de servicios de predicción meteorológica para los Departamentos de Transporte (DOT, por sus siglas en inglés) de 35 estados norteamericanos.

El futuro en este sector pasa por la colaboración de los diferentes actores implicados (servicios meteorológicos, organismos públicos de transporte, compañías privadas) para disponer de sistemas más eficientes y desarrollados que permitan optimizar el tráfico por carretera y el mantenimiento viario. El despegue de las tecnologías de información y las comunicaciones y las limitaciones evidentes de las soluciones actuales permite considerar un futuro prometedor en esta área.

Referencias

- Del Campo, C., 2009:** “Meteorología y Seguridad Vial: RWIS (*Road Weather Information System*)”, IX Congreso Español ITS, Andorra La Vella, Andorra
- Pisano, P., A. Stern, and W. Mahoney, 2004:** *The Winter Maintenance Decision Support System: Demonstration Results and Future Plans*. Preprints, 20th Conference on Interactive Information and Processing Systems, Seattle, USA, Amer. Meteor. Soc., 18.4.
- Rosetti, M.A., 2008:** *Impacts of weather and climate on commercial motor vehicles*. Preprints, 20th Conference on Climate Variability and change, New Orleans, USA, Amer. Meteor. Soc.
- Shao, J., P. J. Lister, G. D. Hart, and H. B. Pearson, 1996:** *Thermal mapping: Reliability and repeatability*. Meteor. Appl., 3, 325–330.
- Thornes, J.E., 2000:** *Road Salting: an international cost-benefit review*, Proceedings, 8th World Salt Symposium, Amsterdam, Holanda: Elsevier, pp 787-792.