

ANÁLISIS Y UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA EN UN CENTRO DE GESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE SISTEMAS INTEGRADOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y SISTEMAS DE NAVEGACIÓN 3D

Ramiro Martínez Rodríguez⁽¹⁾, Fco. Alberto Varela García⁽²⁾, Luis A. Hernández Ibáñez⁽²⁾, Javier Taibo Pena⁽²⁾, Antonio Seoane⁽²⁾, Alberto Jaspe⁽³⁾, J. Ignacio Varela⁽³⁾

⁽¹⁾ Director del Centro de Gestión del Tráfico del Noroeste

⁽²⁾ Profesor del Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Univ.da Coruña

⁽³⁾ Informático del Videalab. Universidade da Coruña

⁽⁴⁾ Informático del CartoLab. Universidade da Coruña

RESUMEN

Desde el año 2005 el Centro de Gestión de Tráfico del Noroeste y el Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña (a través de sus laboratorios de visualización Videalab y de cartografía CartoLab) han colaborado en la realización de prototipos de sistemas informáticos para la gestión de tráfico mediante la integración de sistemas avanzados de visualización 3D con bases de datos geoespaciales gestionadas por Sistemas de Información Geográfica (SIG). En los últimos tiempos se ha hecho un avance en las herramientas para la visualización, análisis y toma de decisiones a partir de información meteorológica suministrada por las instalaciones de medición gestionadas por el Centro de Gestión de Tráfico (CGT) del Noroeste. El análisis y conocimiento de las condiciones meteorológicas de la red viaria permite predecir las zonas donde puede ser necesaria la intervención de operativos de seguridad vial, así como informar con rapidez a los conductores de las circunstancias climáticas que se van a encontrar en su recorrido. El amplio y complejo dispositivo de instrumentación de medidas meteorológicas para cubrir la región asignada al CGT del Noroeste hace imprescindible disponer de un sistema que gestione con agilidad todos los datos recabados y los muestre de la manera más cómoda para su interpretación por parte de los técnicos del CGT.

Buscando la mejor integración con los sistemas ITS instalados en el CGT, el sistema en desarrollo permite la realización de consultas a la base de datos SIG desde la interfaz de visualización, pudiendo seleccionar e interactuar sobre elementos del terreno dentro de la vista 3D. Los datos del sistema se actualizan dinámicamente en tiempo real, con lo que se consigue una herramienta que facilita la interpretación de resultados, la ubicación geográfica de alertas o posibles situaciones problemáticas, y aumenta la rapidez en la toma de decisiones ante situaciones urgentes. Esta característica se muestra especialmente útil en la gestión y el control del tráfico pues permite identificar inmediatamente la localización de los elementos de control, analizar las causas de los datos medidos, valorar con rapidez las posibles acciones a acometer, e incluso poder dar las órdenes oportunas desde el mismo sistema.

1. INTRODUCCIÓN

La información geográfica ha sido una de las grandes carencias en la gestión de las infraestructuras territoriales debido fundamentalmente a la dificultad de conseguir y manejar los datos requeridos. Sin embargo, las nuevas tecnologías facilitan en gran medida la incorporación el componente espacial a la información temática que manejan los organismos competentes en la materia. La gestión del tráfico, en la búsqueda de aumentar la eficiencia y rapidez en sus tareas de control y servicio, no escapa a la necesidad de disponer de una representación gráfica clara y precisa del ámbito geográfico a atender. Desde hace años la Dirección General de Tráfico es pionera en la instalación de equipos I.T.S. (Sistemas Inteligentes de Transporte) en las principales vías de comunicación de nuestro país para gestionar el tráfico. Estos equipos son controlados desde los siete Centros de Gestión del Tráfico (CGT) que existen actualmente (Madrid, Valencia, Sevilla, Málaga, Zaragoza, Valladolid y A Coruña). En ellos, entre otros datos manejados se recibe en tiempo real información sobre el estado de las carreteras, especialmente mediante aforos, cámaras de televisión y estaciones meteorológicas.

Toda esta información que se recibe en los CGT es plasmada en una aplicación de gestión que permite dialogar con los equipos de campo: dar órdenes de encendido y apagado de paneles de mensaje variable, mover las cámaras de televisión y obtención de datos de todas las variables que miden los equipos. Dicha aplicación es diferente en cada Centro en función de la empresa integradora que realizó la instalación de los equipos, y en general presentan enormes carencias para la representación adecuada de los equipos de medida sobre el ámbito territorial en el que se ubican, y por tanto de las características climáticas de las zonas que se están analizando.

Para evitar estas diferencias de gestión entre los CGT, la DGT está analizando la forma de unificar estas aplicaciones de gestión en una única para todos los Centros, facilitando incluso la movilidad de los operadores en un momento determinado, o el control de un ámbito territorial desde otro centro en casos de emergencia. Desde el año 2005 el Centro de Gestión de Tráfico del Noroeste y el Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Coruña (a través de sus laboratorios de visualización Videalab y de cartografía CartoLab) vienen colaborando en la realización de prototipos de sistemas informáticos para la gestión de tráfico mediante la integración de sistemas avanzados de visualización 3D con bases de datos geoespaciales gestionadas por SIG. Fruto de esta labor, en los últimos meses se está trabajando en el desarrollo de herramientas para la visualización, análisis y toma de decisiones a partir de información meteorológica suministrada por las instalaciones de medición gestionadas por el CGT del Noroeste, y que actualmente mantiene la empresa TELVENT. Se pretende crear, partiendo del trabajo sobre los equipos meteorológicos, una aplicación modular que permita aumentar sus funcionalidades hasta poder gestionar directamente sobre ella todos los equipos ITS usados desde los CGT.

2. SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UN VISUALIZADOR 3D PARA LA GESTIÓN DEL TRÁFICO

La ingeniería cartográfica en los últimos años se ha apoyado en la informática para incorporar nuevas tecnologías en la representación de la geografía terrestre, aumentando por un lado la calidad visual de los mapas, y aportando especialmente técnicas de análisis que ofrecen nuevas posibilidades para adquirir, tratar y gestionar la información geográfica. Entre estas nuevas tecnologías destacan los sistemas de navegación sobre modelos digitales del terreno apoyados en imágenes de satélite o fotografías aéreas, y los sistemas de información geográfica (SIG), que permiten preparar, presentar e interpretar hechos que tienen lugar sobre la superficie terrestre.

Desde el Videalab y el Cartolab se está trabajando en unificar los SIG y los visualizadores 3D, adaptando el visualizador interactivo del terreno creado por el Videalab a finales de los años 90. El Sistema Avanzado de Navegación sobre Terrenos Interactivos (SANTI) es un visualizador que permite al usuario navegar a voluntad por la geografía contenida en su base de datos, que contiene un modelo digital del terreno formado por datos de elevación y por las imágenes utilizadas para texturizar dicho terreno. El acceso a estos datos y la generación de las vistas se hace en tiempo real, ofreciendo gran agilidad en el manejo y visión de los contenidos gráficos, gracias a un control de navegación muy intuitivo a través de diferentes dispositivos. Este sistema de visualización es independiente del volumen de información contenido en la base de datos, de forma que el rendimiento se mantiene alto, aún cuando se aumenta la calidad o extensión del modelo digital.

En la actualidad no es posible disponer en los CGT de una cartografía de calidad homogénea para georreferenciar todas las infraestructuras viarias y los instrumentos de control del tráfico, pese a considerarse este un aspecto esencial para realizar una adecuada supervisión de los datos de la circulación viaria. La unión de los SIG y los visualizadores 3D se muestra especialmente útil en la gestión del tráfico en grandes regiones, pues consigue ofrecer una representación más realista del terreno gracias a la utilización de imágenes satélite de alta resolución y el uso de la fotogrametría aérea. Esta nueva tecnología permite disponer de forma mucho más rápida y precisa de la base geográfica necesaria, permitiendo actualizaciones en menores plazos que con la cartografía tradicional.

El sistema integrado de información geográfica en un visualizador 3D, basado en el SANTI, además de representar la localización sobre el territorio de todos los equipos de medida que dispone un CGT, está capacitado para recibir en tiempo real cualquier información que estos instrumentos sean capaces de medir, capturar o reproducir (número de vehículos, temperatura, imágenes, posición en caso de elementos móviles con GPS, texto de paneles, etc.) y representarla en un entorno cartográfico de alta calidad, lo que facilita enormemente el trabajo de los técnicos.

Desde los CGT se pueden visualizar y controlar todos los equipos instalados a lo largo de las carreteras controladas, que forman un anillo de comunicaciones de fibra óptica gestionado directamente por la DGT. Además cada centro está comunicado directamente con los otros seis CGT responsables de otras zonas de España, con los cuales intercambia información. Entre los equipos de medida que gestiona un CGT podemos citar: Paneles de Mensaje Variable; Sensores de presencia o puntos de aforo; Cámaras de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV); Radares fijos o móviles; Estaciones de Captación de Parámetros Meteorológicos; Postes SOS o postes de emergencia. Además de estos equipos existen otros equipos de comunicaciones cuya misión es principalmente enrutar y distribuir el tráfico de información dentro de la red que forma un doble anillo de fibra óptica al cual se conectan los subsistemas temáticos de cada tipo de equipos de medida, mediante Nodos de Comunicación Autónoma (NCA) y Estación Remota Universal (ERU). Toda la estructura del sistema puede verse en el esquema mostrado en la figura 1.

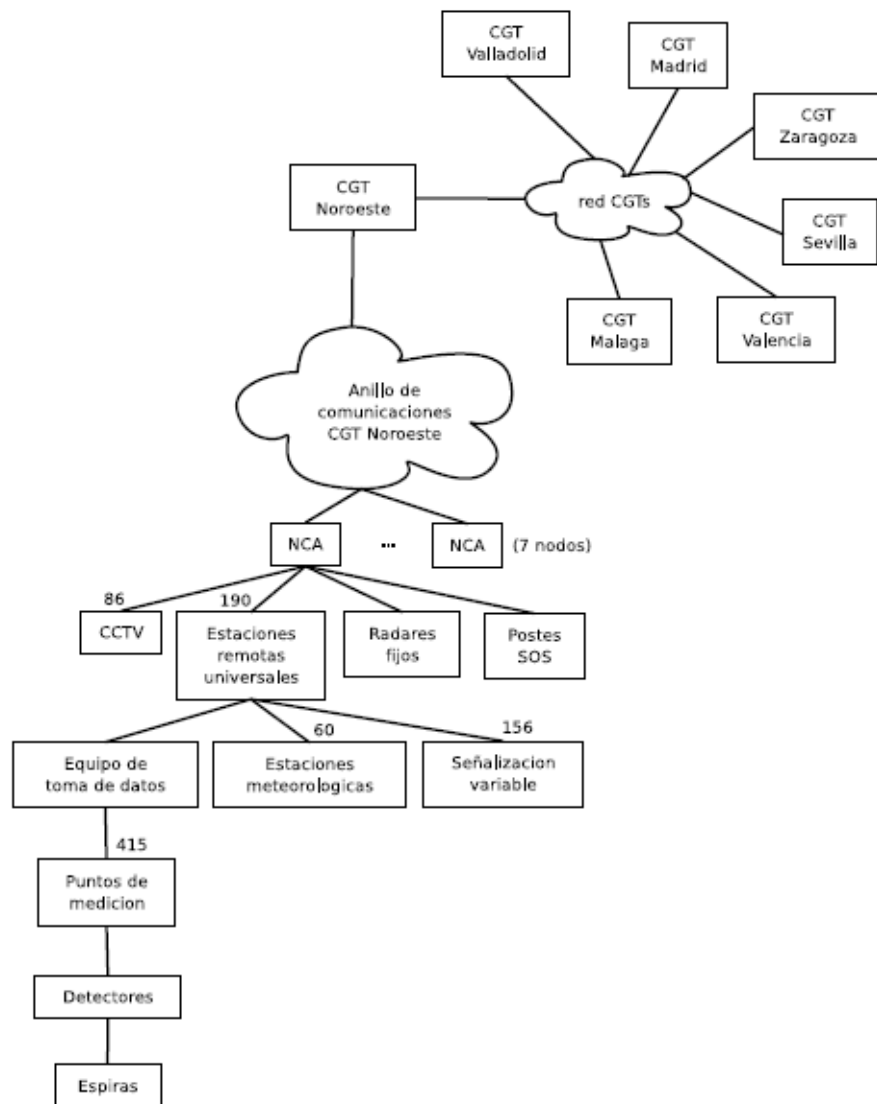


Fig 1 – Organización de los subsistemas del CGT

Antes de enfrentarse a la complejidad de todos los tipos de mediciones y las características peculiares de cada uno de los equipos de medida, se ha avanzado en el tratamiento específico de las estaciones de captación de parámetros meteorológicos, que se describirá en el siguiente apartado.

3. TRATAMIENTO GRÁFICO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

El análisis y conocimiento de las condiciones meteorológicas de la red viaria permite predecir las zonas donde puede ser necesaria la intervención de operativos de seguridad vial, así como informar con rapidez a los conductores de las circunstancias climáticas que se van a encontrar en su recorrido. El amplio y complejo dispositivo de instrumentación de medidas meteorológicas para cubrir la región asignada a cada CGT hace imprescindible disponer de un sistema que gestione con agilidad todos los datos recabados y los muestre de la manera más cómoda para su interpretación por parte de los técnicos.

El subsistema de datos meteorológicos del CGT del Noroeste, sobre el que se ha realizado el proyecto piloto, está compuesto por 70 estaciones meteorológicas (EM) ubicadas estratégicamente a lo largo de las vías principales. Cada uno de estos equipos de medida recoge un amplio conjunto de datos que envía al sistema para su almacenamiento y gestión. Fundamentalmente se cuenta con 20 parámetros meteorológicos con diferentes unidades o valores determinados según cada factor. De todos estos parámetros, los fundamentales para conocer rápidamente el estado meteorológico de un determinado punto se marcan con un asterisco en la siguiente tabla, y estos cuentan con un tratamiento gráfico singular a la hora de su visualización en el sistema de gestión en desarrollo.

En el control de los datos meteorológicos, no sólo interesa conocer el estado en cada momento, sino que es tan importante o más, establecer una predicción a partir de la evolución de determinados parámetros y con ello establecer las medidas precisas. El CGT del Noroeste dispone de una aplicación, Vaisala, que cuya principal función es la de realizar predicciones de formación de hielo en la calzada en la autovía A6. Para ello previamente se han realizado lecturas térmicas de la calzada desde un vehículo con un dispositivo especial de medición por infrarrojos en diferentes condiciones climáticas (húmeda, tiempo frío y cielo despejado, y tiempo nuboso). Como resultado se obtuvo un mapa térmico en esas tres condiciones, con el que se puede establecer una serie de dominios climáticos en los que se divide la autovía, con los que se puede realizar una predicción a 24 horas en el comportamiento de la formación de hielo en cada punto del trazado de esta vía a partir de las mediciones climáticas obtenidas en la zona.

A mayores de esta predicción para todo el trazado de la autovía, las propias estaciones meteorológicas pueden proporcionar una estimación a 2 horas para el lugar donde están ubicadas, no sólo en la A6.

Parámetro medido	Gráfico	Ud.o valor
Presión atmosférica		hPa
Temperatura aire		° C
Temperatura superficie		° C
Temperatura rocío		° C
Temperatura subsuelo		° C
Temperatura congelación	*	° C
Humedad relativa		%
Velocidad del viento	*	km/h
Dirección del viento	*	N
Tipo de viento	*	normal, racheado (débil, moderado, fuerte)
Intensidad precipitación	*	mm/h
Cantidad precipitación		Mm
Naturaleza precipitación	*	lluvia, nieve, aguanieve, granizo
Altura capa agua	*	Mm
Altura capa nieve	*	Mm
Radiación global		w/m2
Salinidad	*	%
Visibilidad	*	M
Estado superficie	*	seca, mojada, con escarcha, con hielo negro, húmeda, mojada con sal, con hielo o nieve
Tiempo presente		Seco, lluvioso, nuboso

Tabla 1 – Parámetros medibles en las estaciones meteorológicas.

La trascendencia y repercusión que ofrecen los datos suministrados por cada equipo meteorológico de control en función de su localización, se basa en el conocimiento geográfico y la experiencia del técnico operador del CGT que analiza la información en cada ámbito territorial. Para solventar las dificultades para situar un determinado dato sobre la geografía, se plantea crear una aplicación propia para la DGT donde todos los ITS estén debidamente localizados sobre una representación cartográfica de la región a gestionar. De igual forma, se pretende que todas las medidas de interés que recojan los instrumentos de control, se puedan plasmar sobre un entorno gráfico adecuado, consiguiendo una percepción más real y amigable de la información por parte de los operadores

Dependiendo del tipo de información recibida la representación de la misma en el nuevo sistema de gestión visual puede mostrarse siguiendo distintas estrategias con la finalidad de obtener una representación clara y eficaz del estado del tráfico en un territorio concreto. Para el caso de las estaciones meteorológicas (EM) el valor de sus parámetros se actualiza cada 5 minutos. En función de estos valores, la visualización gráfica de estos parámetros precisa de diferentes modelos de representación, que detallaremos a continuación.

3.1. Temperatura del aire, de la superficie, humedad relativa y presión atmosférica

Cuando las condiciones meteorológicas son normales, la representación de la EM será un icono 3D que imite al equipamiento real acompañado con un panel que muestre el valor de la

temperatura ambiente, la temperatura de la superficie del suelo, la humedad relativa y la presión atmosférica registrada en ese lugar en cada momento.



Fig 2 – Estación meteorológica gestionada por el CGT del Noroeste.

3.2. Estado de la superficie, altura de nieve y altura de agua

Estos parámetros se reflejarán en el icono de la EM mediante la variación de la base del mismo, en color según el estado de suelo y en altura según la altura de la nieve o del agua. Los valores posibles serán:

- Estado Seco: la base de la EM será la situación normal
- Estado Húmedo: la base de la EM se representará en tono cian
- Estado Mojado: la base de la EM se representará en color azul
- Estado Hielo: la base de la EM se representará en color rojo
- Estado Nieve: la base de la EM se representará en color blanco

Los estados Mojado y Nieve tendrán asociado una altura en la base gráfica del icono de la EM. Esta altura variará en función de la altura de agua o de nieve, respectivamente, detectada en ese lugar en cada momento.

3.3. Intensidad de precipitación

Se representa como una nube de diferente tamaño y color (en escala de grises) debajo de la cual aparece una lámina de agua representada mediante la sucesión de pequeños segmentos de línea aparentemente descendiendo desde la nube, para intentar asemejarse a las gotas de lluvia. Se prevén tres tipos de representación del tamaño de la nube, de las gotas y de la velocidad de las mismas:

- Nube pequeña blanca: lluvia suave de 0 a 3,5 mm/h
- Nube mediana gris suave: lluvia media de 3,5 a 7 mm/h
- Nube grande gris oscuro: lluvia fuerte mayor de 7mm/h

3.4. Naturaleza de la precipitación

Con la misma estrategia de la intensidad de precipitación, se contempla representar el tipo o naturaleza de la precipitación, cambiando el gráfico usado en las gotas que caen de la nube virtual, de forma que la lluvia se represente como segmentos de línea, la nieve como copos, y el granizo como pequeños círculos blancos.

3.5. Parámetro viento

En un solo icono deben representarse los parámetros de tipo de viento, dirección y velocidad. La opción planteada se basa en la visualización de las EM como un icono 3D que represente una manga de viento. La inclinación de la manga sobre la horizontal ofrecerá la imagen de la velocidad de viento, de forma que la horizontal represente la velocidad máxima en un lugar. De igual forma se utilizarán tamaños diferentes de las mangas según la fuerza del viento, aumentando la longitud de la manga a mayor velocidad detectada. Además en función de la velocidad del viento la manga adoptará un color según el siguiente código:

- Blanco para velocidad nula o escala: 0 – 10 km/h
- Verde para velocidad débil: 10 – 22 km/h
- Amarillo para velocidad fuerte: 22 – 60 km/h
- Rojo para velocidad muy fuerte: > 60 km/h

La dirección se mostrará en verdadera magnitud sobre el terreno, adaptando el valor del ángulo respecto al Norte, de forma que la manga de viento se adapte y gire en función de dónde sopla el viento, tal y como ocurre en la realidad. El tipo de viento se indicará mediante el movimiento de la manga con respecto a la horizontal. Si el viento es constante la manga permanecerá inmóvil en la posición que le corresponda. Si el viento es rachado de utilizará un icono animado, donde la manga cambiará permanentemente de posición desde la inclinación más baja a la más acercada a la horizontal según la fuerza máxima de viento registrada en cada momento. Los vientos fuertes y muy fuertes que se detecten generarán una alarma en el sistema que permita actuar a los operadores del CGT para tomar las medidas necesarias en cada lugar.

3.6. Salinidad y temperatura de congelación

La relación entre estos parámetros nos invita a representarlos conjuntamente. Para ello nos hemos decantado por mostrar una molécula de cloruro sódico acompañada por el valor del porcentaje de salinidad detectado y de la temperatura de congelación del suelo existente en ese momento.

3.7. Visibilidad

La representación de la visibilidad detectada en cada EM se consigue mediante la incorporación de bandas nebulosas en el entorno del punto de medida. Se definen diferentes grados de densidad de la nebulosa y del tamaño de la misma en función de la visibilidad detectada, atendiendo a los siguientes valores:

- Niebla Tenue: visibilidad entre 1000 y 400 metros

- Niebla Densa: visibilidad entre 400 y 100 metros
- Niebla Muy Densa: visibilidad menor de 100 metros

Para visibilidad mayor de mil metros no se considera un caso específico. Las condiciones de niebla densa y muy densa, se genera una alarma en el sistema.

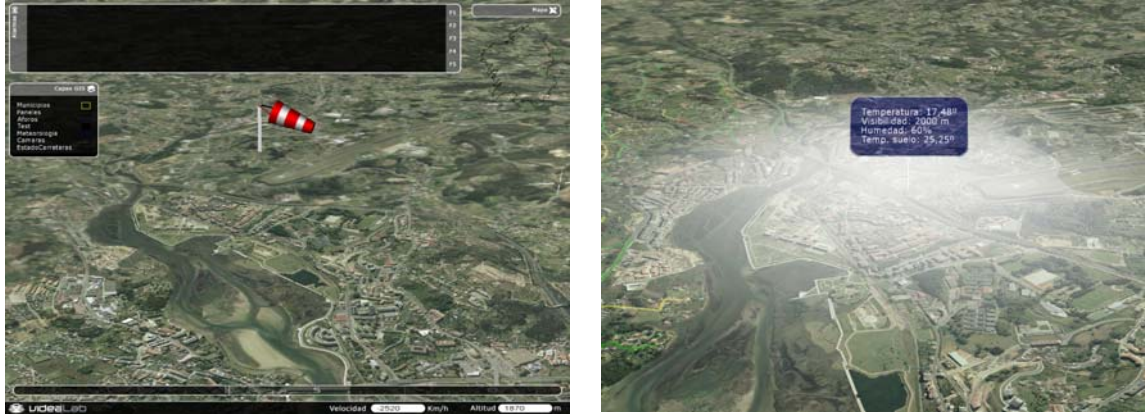


Fig 3 – Representación del viento y la visibilidad sobre el sistema de gestión visual.

El sistema muestra para cada EM la representación más adecuada en función de los valores de los parámetros más significativos en cada momento. En el caso de que sean varios se podrán visualizar varios a la vez. De cualquier forma, será configurable la colocación de más de un icono a la vez en cada EM. Igualmente en cada uno de estos iconos se permitirá su selección, de forma que se active una ventana de diálogo en la que se muestran todos los valores registrados en la EM en ese momento, así como el estado de servicio del equipo. Desde ese panel de control se podrá acudir a la BD para ver registros históricos, estadísticas y otros análisis contemplados.

Un apartado singular merece el tratamiento de las alarmas en el sistema. Este desarrollo ofrece a la CGT la posibilidad de conocer en tiempo real la aparición de algún acontecimiento de importancia en cuanto a la meteorología que pudiese influir en la circulación de los vehículos en un determinado viario. Así a partir de los valores detectados en los parámetros de los sensores de control de las EM, se establecen una serie de cifras límite (alguna de las cuales ya han sido comentadas) que activan de forma automática un aviso en la pantalla del operador, indicando el tipo de alarma y la ubicación del punto en la que se produce. El sistema recoge además las previsiones de dos horas que hacen las propias EM en cuanto a riesgos de escarcha o de hielo en un determinado lugar debido a la baja temperatura de la calzada y su evolución descendiente, así como la previsión de 24 horas de formación de hielo en la A6, gracias al mapa térmico generado con una aplicación específica y que podría mostrarse sobre la representación del territorio del sistema de gestión visual en desarrollo.

4. CONCLUSIONES

En la gestión del tráfico es imprescindible disponer de una herramienta robusta, uniforme en toda la DGT que permita gestionar adecuadamente los instrumentos de control

relacionándolos con su ubicación física sobre el territorio. El mayor problema del sistema actualmente implantado en los CGT radica en la imposibilidad de tratar eficientemente la componente espacial de los datos gestionados, lo que se traduce en la dificultad para saber la localización de los equipos, (especialmente grave en el caso de resolver incidencias en las carreteras), lentitud en dar respuestas rápidas a peticiones de control de dispositivos concretos, imposibilidad de visualizar el entorno geográfico de un punto de medición o control, etc. La sociedad actual es consciente de que para resolver los problemas de movilidad no puede recurrirse de manera única a la ampliación de las infraestructuras existentes o a la construcción de otras nuevas. La aplicación de políticas de gestión se muestra como uno de los aspectos de mayor importancia, y ante la complejidad de los problemas del tráfico, la utilización de las nuevas tecnologías aparece como elemento fundamental para conseguir una adecuada gestión, y ofrecer la mayor rapidez de respuesta y asegurar la mayor calidad posible en el servicio a los usuarios de las carreteras

La repercusión de los sistemas ITS como ejes vertebradores de toda la estrategia de seguridad vial, desde la detección automática de incidentes hasta la activación de planes de emergencia, pasando por las estrategias de intervención, precisa de una buena base geográfica integrada en las aplicaciones de apoyo a la gestión del tráfico. El sistema mostrado en esta comunicación y en el que el CGT del Noroeste lleva tiempo trabajando junto con la Universidad de Coruña, representa un enorme potencialidad para conseguir realizar una gestión territorial de elementos de control y gestión de las infraestructuras y del tráfico, haciendo más eficaz la labor de los centros de gestión y control del tráfico. El trabajo actualmente en marcha destinado al control de los datos meteorológicos espera ser el primer paso para conseguir un sistema integrado de gestión visual del tráfico.

5. REFERENCIAS

HERNÁNDEZ, L. TAIBO, J. SEOANE, A. LÓPEZ, R. JASPE, A. VARELA, A. (2005) Real-time visualization of geospatial features through the integration of GIS with a realistic 3D terrain dynamic visualization system. XXII International Cartographic Conference (ICC2005). The International Cartographic Association (ICA-ACI). A Coruña.

VARELA, A. HERNÁNDEZ, L. TAIBO, J. SEOANE, A. LÓPEZ, R. JASPE, A. (2005) Gestión del tráfico mediante la integración de un GIS con un sistema de navegación realista en 3D sobre el territorio. Congreso ITS. Málaga.

VARELA, A. HERNÁNDEZ, L. TAIBO, J. SEOANE, A., VARELA, I. (2007) Ampliación de las capacidades de visualización de un SIG libre mediante la comunicación con un navegador 3D. I Jornadas de SIG libre. Girona