

Real-time corrections and information processing in Maintenance Decision Support Systems

Correcciones en tiempo real y procesamiento de la información en los
Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones en V.I.

- **Luis Azcue**
- Jefe de Servicio
- Subdirección General de Conservación
- lazcue@fomento.es

Jorge Lucas

Jefe de Demarcación

Demarcación de Carreteras de Castilla y León Occidental
del Ministerio de Fomento. España



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

0. CONTENIDO

1. Introducción
2. MDSS: Proyecto Piloto
3. MDSS: Resultados Obtenidos
4. MDSS: Retos Planteados
5. MDSS: Nuevo Proyecto Piloto
6. Conclusiones esperadas

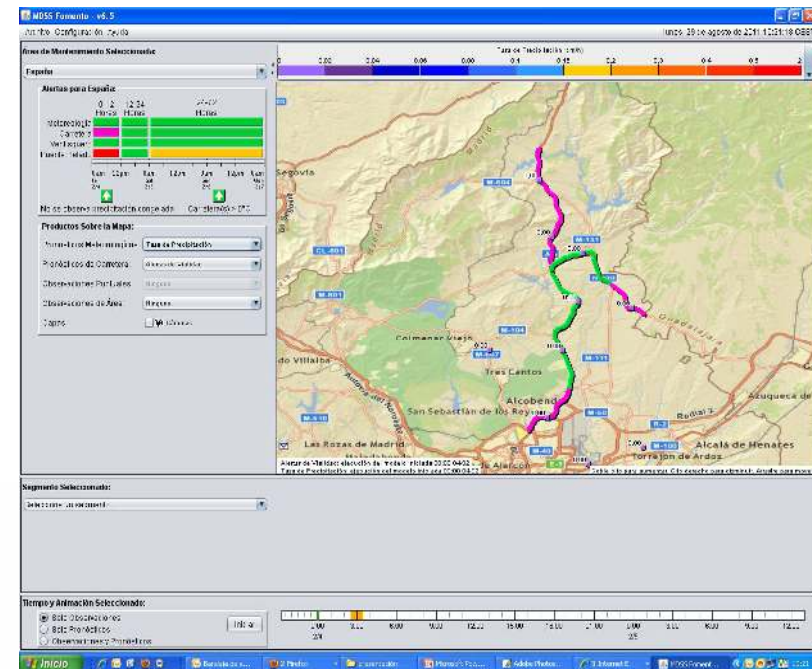


1. INTRODUCCIÓN

El sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones (MDSS) en Vialidad Invernal es una herramienta en forma de aplicación informática que integra información sobre:

- ✓ Pronostico del tiempo
- ✓ Estado del pavimento y
- ✓ Recursos disponibles

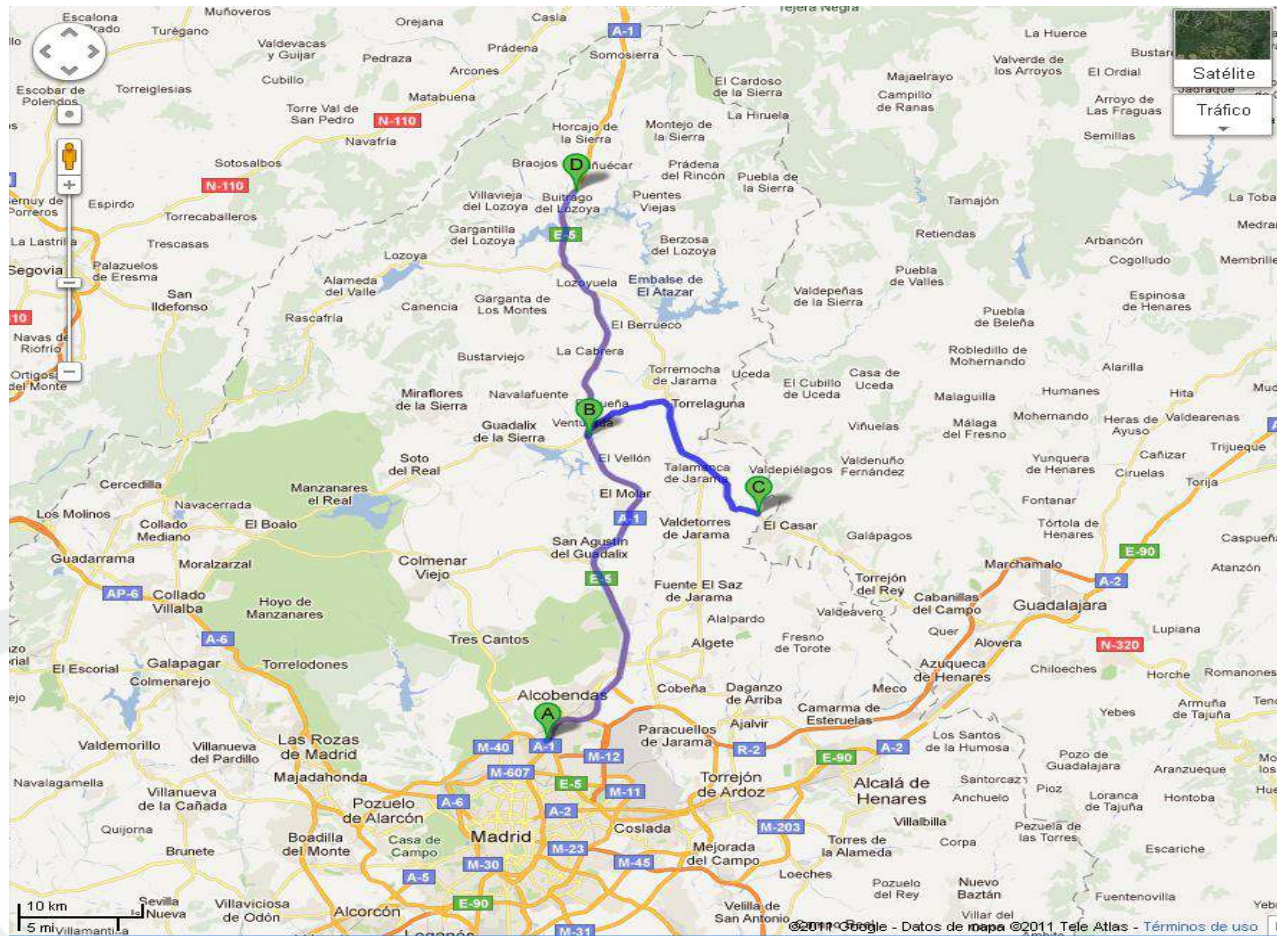
Con estos datos el sistema **define recomendaciones** bien informadas **sobre las estrategias de actuación** a desarrollar en los trabajos para el mantenimiento de la vialidad invernal.



A lo largo del año 2011, el **Ministerio de Fomento llevó a cabo una experiencia piloto**, que consistió en la implantación de un MDSS (facilitado por NCAR, EEUU), en un tramo la autovía A-1 en las proximidades de Madrid.

2. MDSS: Proyecto Piloto

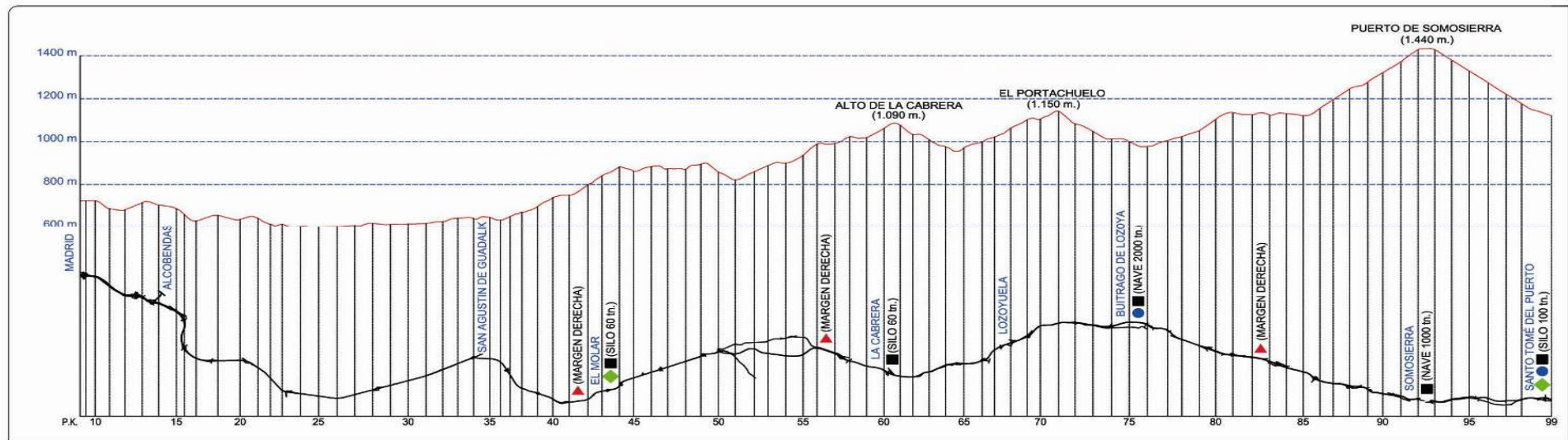
Experiencia Piloto en España: Red de Carreteras del Estado Sector M-1



2. MDSS: Proyecto Piloto

Características del Sector A-1: Autovía A-1

- ✓ Orografía complicada:
 - ✓ cota inicial 600 m – 1.440 m
 - ✓ fuertes pendientes (5%)
- ✓ Sección tipo:
 - ✓ 27 km 3+3 carriles (proximidades Madrid)
 - ✓ Resto 2+2 carriles
- ✓ Elevada IMD (entre 100.000 y 30.000)
- ✓ Exigente Nivel de Servicio (1)



2. MDSS: Proyecto Piloto



Condiciones meteorológicas del tramo:

- ✓ **Extrema variabilidad de temperaturas**, con un rango entre 40°C y -7°C
- ✓ **Elevado número de días con temperaturas inferiores a cero grados**, concretamente más de 100 días al año
- ✓ También un **elevado número de días de nieve**, con una media de 15 días al año
- ✓ **Malas condiciones de visibilidad** durante las tormentas de nieve, debido generalmente a la alta intensidad de la nevada y en otros casos a la presencia de nieblas

2. MDSS: Proyecto Piloto

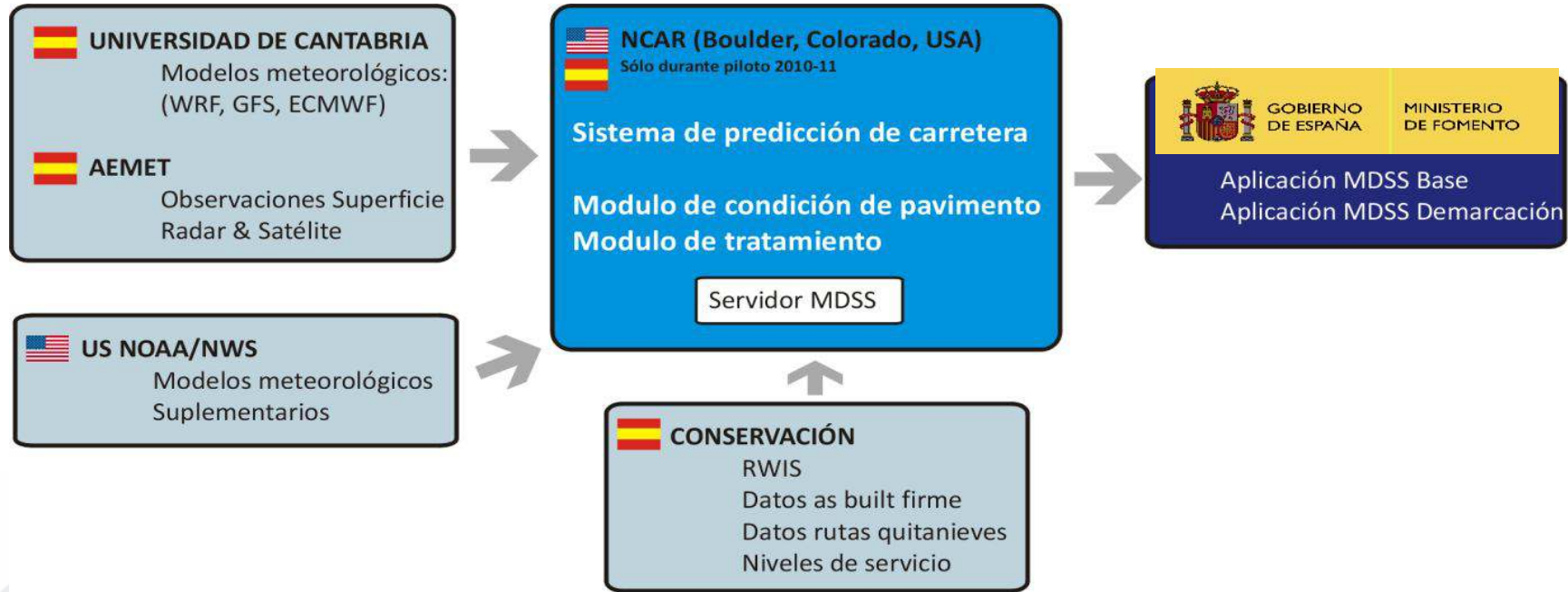
Medios disponibles en el sector M-1



- ✓ **Quitanieves: 19**
- ✓ **Plantas de salmuera: 2**
- ✓ **Depósitos de salmuera: 4**
- ✓ **Capacidad de almacenamiento de salmuera: 110.000 L**
- ✓ **Silos de sal: 7**
- ✓ **Almacenes de sal: 1**
- ✓ **Capacidad de almacenamiento de sal: 2.500 T**

2. MDSS: Proyecto Piloto

Esquema de funcionamiento y Organismos colaboradores en el proyecto piloto



2. MDSS: Proyecto Piloto

Grupo de Meteorología de Santander



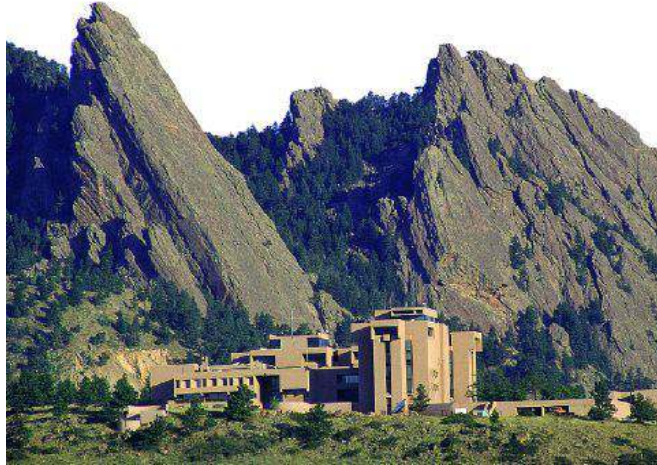
CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS



- ✓ Equipo multidisciplinar compuesto por investigadores del CSIC, Universidad de Cantabria y el Instituto de Física de Cantabria.
- ✓ Aporta los datos de predicción meteorológica que necesita el modelo para dar predicciones atmosféricas y de carretera.
- ✓ Afina las predicciones para que tengan mayor resolución.
- ✓ Crea distintas parametrizaciones de los modelos de predicción meteorológica, ajustada cada una para un tipo de fenómeno meteorológico (lluvia, viento, temperatura, etc.).

2. MDSS: Proyecto Piloto

NCAR (Centro Nacional de Investigación Meteorológica)



NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH

- ✓ Forma parte de una corporación de Universidades Americanas y es el desarrollador original (hace más de una década) del MDSS, aporta el software y los conocimientos para su implantación.
- ✓ A día de hoy continúa afinando los módulos de predicción y ensayando nuevas configuraciones en distintos terrenos, firmes, situaciones y perfiles geográficos.
- ✓ Se encarga de la adaptación de módulos del programa a nuevos contextos.
- ✓ Afina la herramienta.
- ✓ Se encarga de la configuración del servidor en el que se aloja el programa, así como su alojamiento en las salas de computación de la universidad de Colorado durante la fase piloto del proyecto.
- ✓ Configura la herramienta para incluir flujos de información suplementarios.

2. MDSS: Proyecto Piloto

Empresa conservadora del sector M-1



- ✓ Encargada de coordinar el proyecto
- ✓ Realiza el trabajo de campo necesario
- ✓ Aporta su conocimiento y experiencia sobre la práctica del mantenimiento de dicho tramo de carretera

2. MDSS: Proyecto Piloto

El EI MDSS genera predicciones meteorológicas para el tramo de carretera concreto y además recomendaciones relativas a la actuaciones a realizar, indicando:

- Zona de actuación (**dónde**)
- Tipo y dosificación del fundente recomendado (**qué y cuanto**)
- Momento adecuado para llevar a cabo la actuación propuesta y las subsiguientes (**cuándo**)

¿QUE PERMITE?

❖ Definir las estrategias con 12-48 horas de antelación

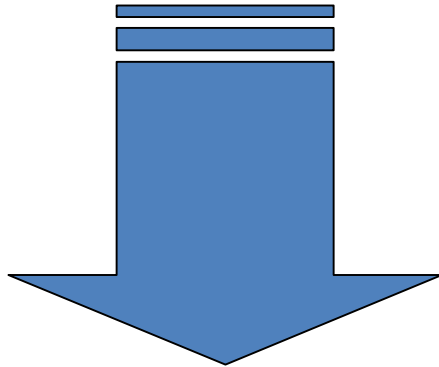
❖ Facilitar el dimensionamiento de recursos

❖ Decidir apoyo entre sectores

2. MDSS: Proyecto Piloto

Proceso de implantación

La empresa conservadora encargada del tramo, interaccionó directamente con el NCAR para suministrar la información y realizar las comprobaciones de carretera requeridas para la instalación del sistema.



El proceso de implantación se desarrolló en 4 fases:

- a) Recogida de información previa (datos del tramo)
- b) Integración de modelos meteorológicos en el sistema
- c) Programación de Plan Operativo y características de los fundentes a emplear
- d) Instalación e integración de otros inputs de información

2. MDSS: Proyecto Piloto

1) Recogida de información previa

- ✓ Información de tramo (altimetría, pendiente, trazado...)
- ✓ Geolocalización y características de estructuras
- ✓ Caracterización de firmes (toma de testigos)
- ✓ Identificación de zonas homogéneas y puntos singulares
- ✓ Consulta de datos históricos de meteorología para identificar tramos de comportamiento homogéneo (6 zonas de predicción)



2. MDSS: Proyecto Piloto

2) Integración de modelos meteorológicos en el sistema

- ✓ Se alimentó la aplicación con **modelos meteorológicos de predicción** de unas características determinadas (resolución cercana a un kilómetro).
- ✓ El grupo de Meteorología de Santander elaboró una **mallá de predicción de un kilómetro**.
- ✓ Realizó **5 parametrizaciones**, afinada cada una para un tipo de evento meteorológico.
- ✓ Se **configuraron estos cinco modelos predictivos, más el modelo gratuito generado por NOAA** (National Oceanic and Atmospheric Administration- Agencia estadounidense de meteorología) para alimentar al MDSS
- ✓ **El MDSS recoge las predicciones de estos 6 modelos, y dinámicamente los corrige, pondera y ajusta** en función de la información suministrada por estaciones meteorológicas en intervalos de una hora.
- ✓ Este complejo proceso requiere de **ajustes y corrección de parametrizaciones iniciales** que se desarrollaron conjuntamente entre NCAR y el Grupo de Meteorología de Santander durante los primeros meses de proyecto.

2. MDSS: Proyecto Piloto

3) Programación del Plan Operativo y características de fundentes a emplear

Se alimentó sistema con:

- ✓ El Plan Operativo del sector
 - Medios
 - Procedimientos
- ✓ Información sobre los fundentes empleados:
 - Puntos eutécticos
 - Dotaciones requeridas
 - Frecuencias de uso
 - Etc.
- ✓ Rutas definidas en el Plan Operativo de los equipos quitanieves



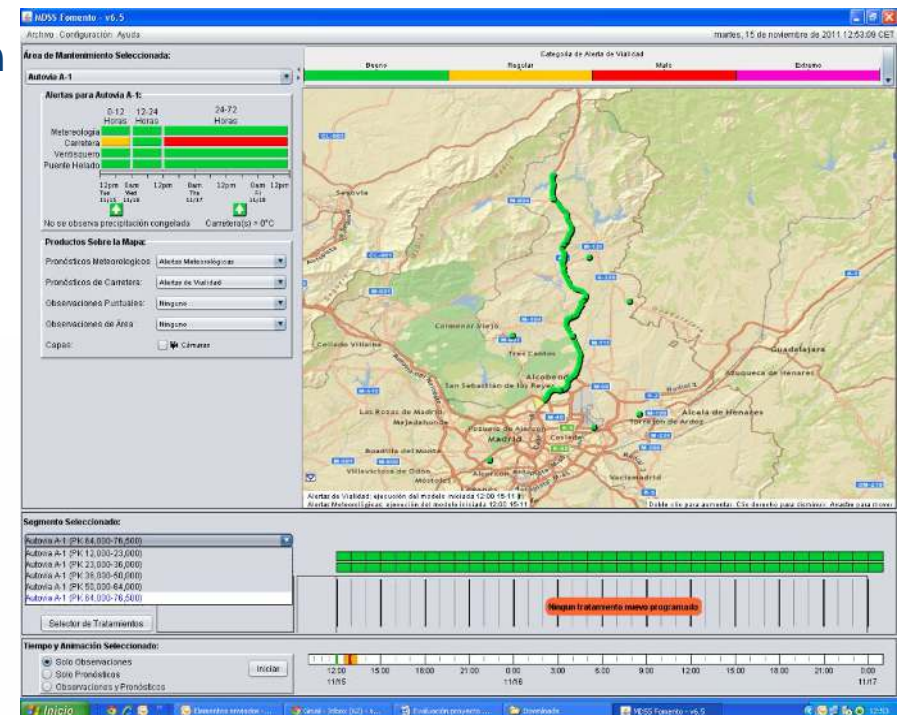
2. MDSS: Proyecto Piloto

4) Instalación e integración de otros inputs de información

Una de las funcionalidades más útiles y atractivas del MDSS es la posibilidad de unificar en un mismo interfaz toda la información que pueda ser relevante para un gestor de carreteras durante una tormenta.

Se identificaron varias fuentes de información que convenía plasmar sobre el mapa de situación del MDSS:

- ✓ Cámaras de la DGT
- ✓ Estaciones Meteorológicas de la DGC y de la DGT
- ✓ Reflectividad de radar
- ✓ GPS de vehículos



3. MDSS: Resultados Obtenidos

El sistema comenzó a operar de manera plenamente funcional en enero de 2011, ofreciendo:

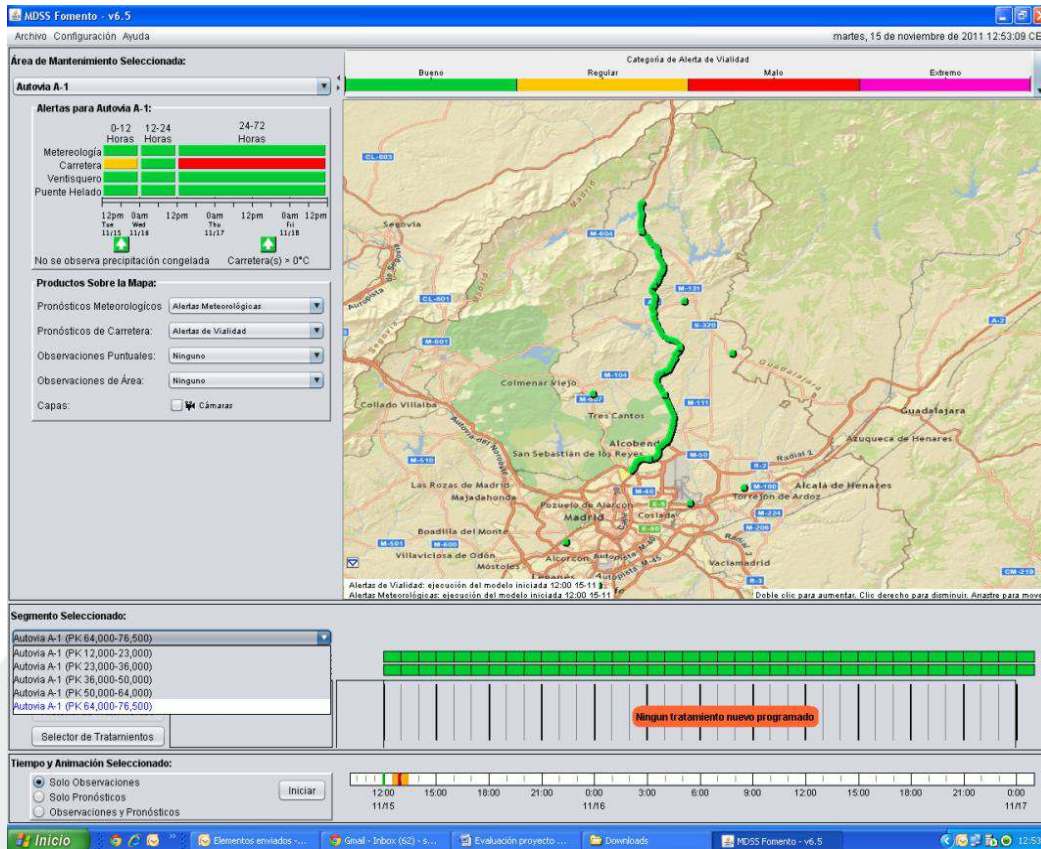
- ✓ predicciones meteorológicas de alta resolución
- ✓ recomendaciones de tratamientos
- ✓ la posibilidad de realizar simulaciones para optimizar los tratamientos
- ✓ adicionalmente, en las distintas pantallas el sistema muestra un considerable caudal de información que anteriormente se encontraba dispersa

¿QUE SE PERSIGUE CON ESTO?

- 1) Facilitar la toma de decisiones mejor informadas
- 2) Ahorrar tiempo en situaciones críticas (tormentas de nieve)

3. MDSS: Resultados Obtenidos

Retos de implantación superados: Generales

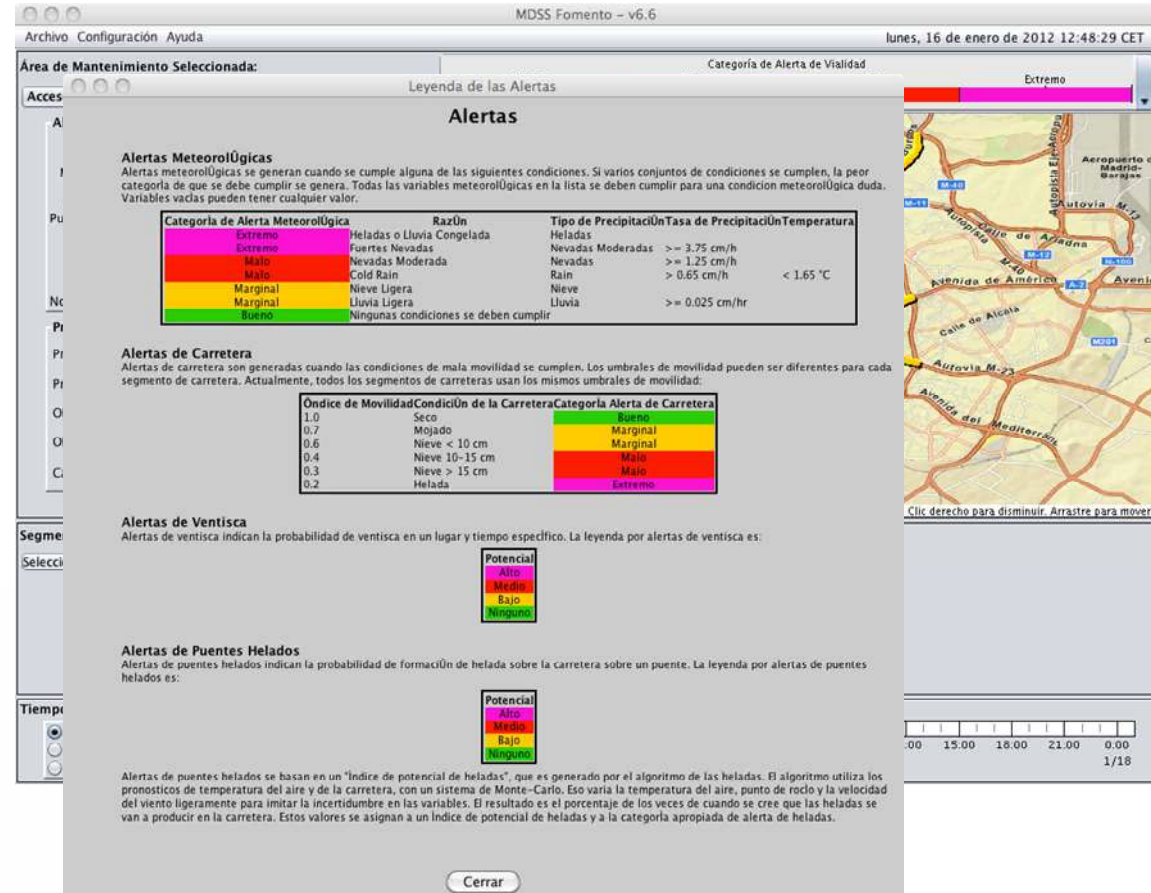


- ✓ Ajuste del sistema a características de construcción de carreteras españolas
- ✓ Integración de prácticas de mantenimiento de la vialidad invernal en España, así como de fundentes de uso más común
- ✓ Ajuste de modelos meteorológicos a las particularidades meteorológicas del tramo
- ✓ Definición de segmentos por homogeneidad de comportamiento, características meteorológicas y niveles de riesgo

3. MDSS: Resultados Obtenidos

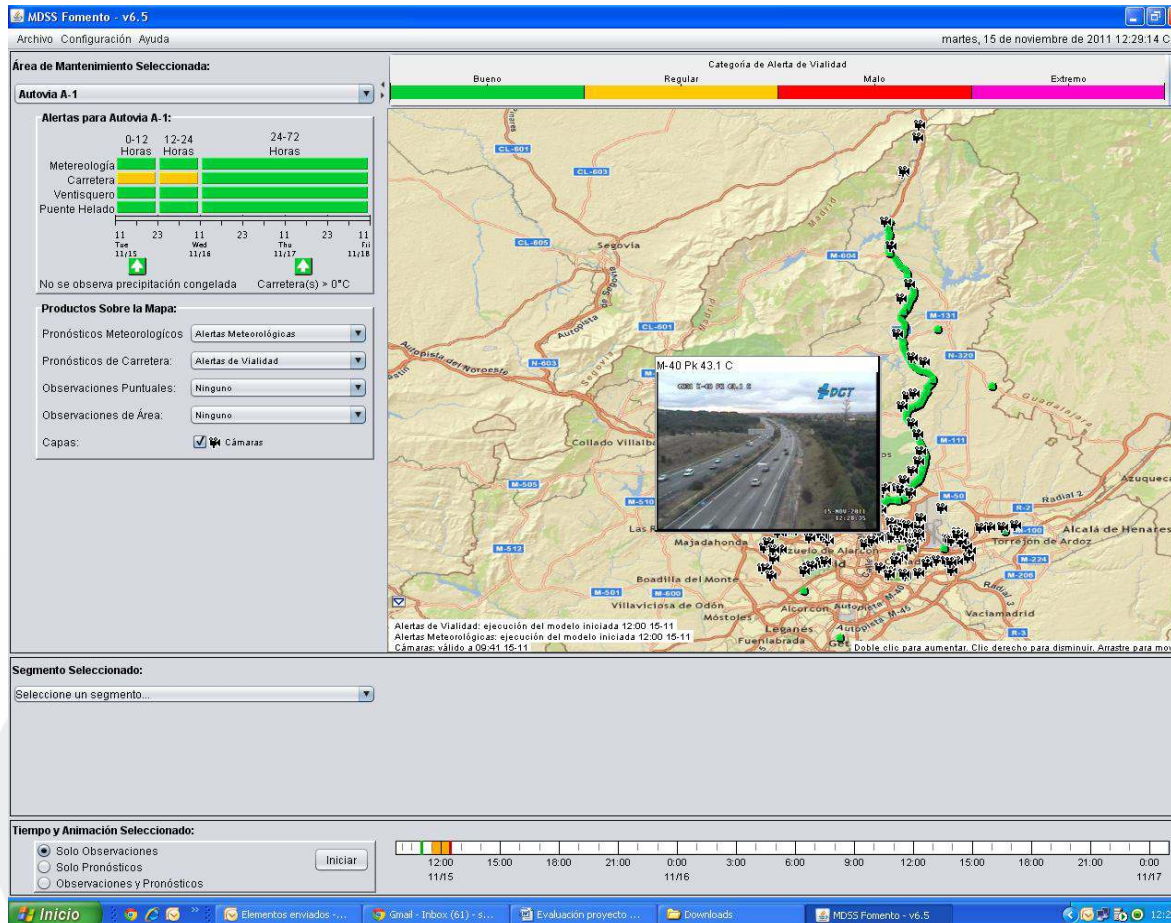
Retos de implantación superados: Actualización de interfaz

- ✓ En estrecha colaboración con el personal de la conservación, se trabajó para actualizar y racionalizar la organización de información de la herramienta.
- ✓ Se optó por un display sobrio, austero y claramente segmentado por utilidades que facilite navegación, usabilidad y rápida obtención de la información relevante.



3. MDSS: Resultados Obtenidos

Retos de implantación superados: Inclusión de fuentes de información adicionales



Cámaras de la DGT:

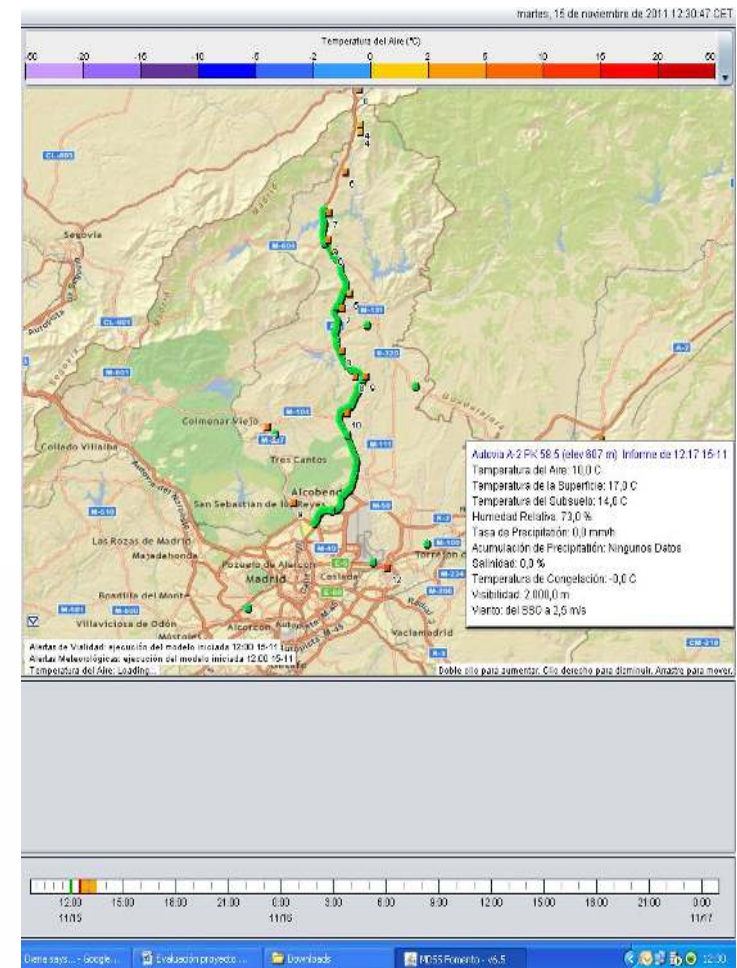
- ✓ se geolocalizaron todas las cámaras consideradas de interés para el tramo que estaban disponibles
- ✓ se crearon los mecanismos que permiten mostrar dicha imagen en el mapa de situación de la herramienta
- ✓ la herramienta muestra una foto fija tomada cada 10 minutos
- ✓ 100 cámaras en Madrid, 37 de ellas en la A-1 y sus accesos

3. MDSS: Resultados Obtenidos

Retos de implantación superados:
Inclusión de fuentes de información adicionales

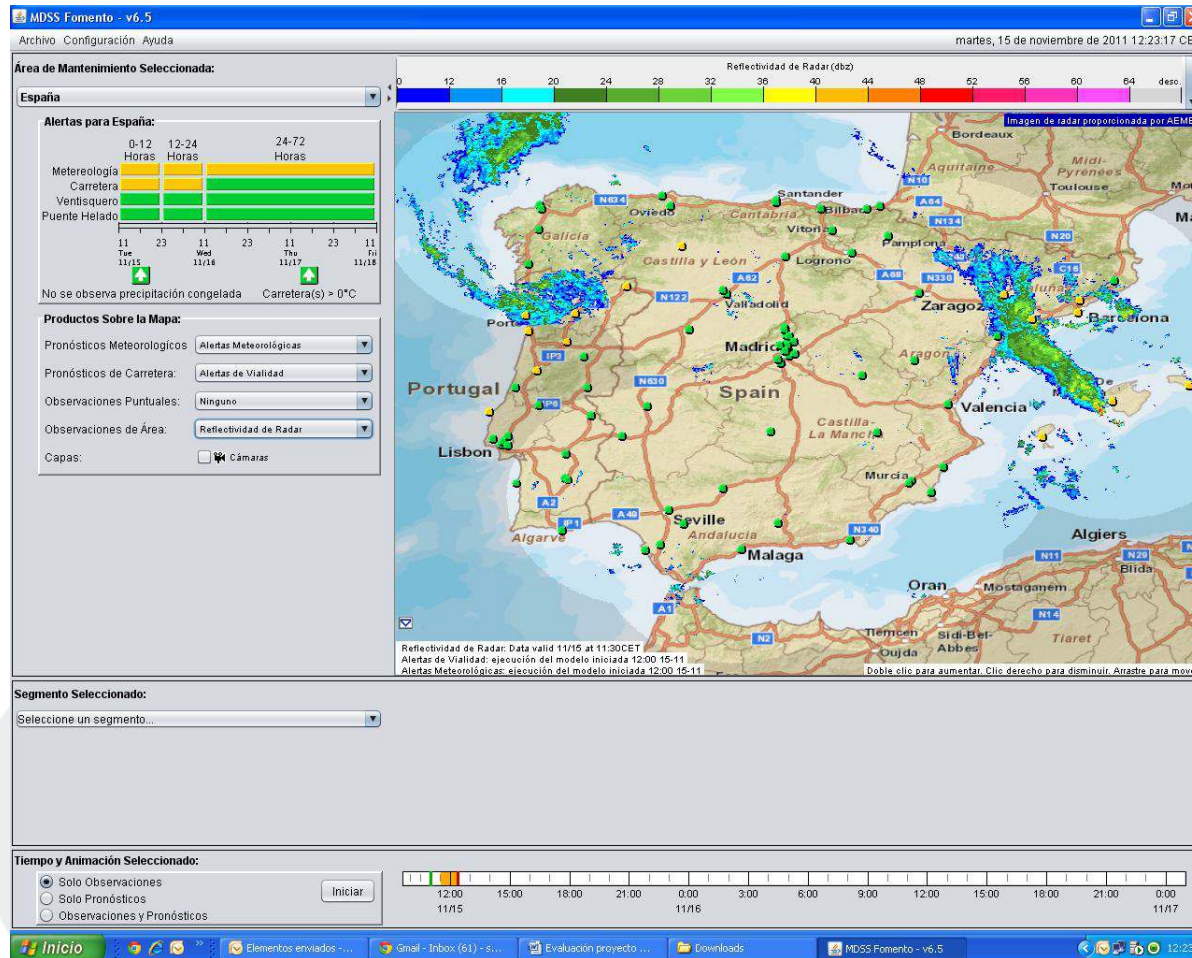
Estaciones meteorológicas (DGC y DGT)

- ✓ Se incorporó la información de las tres estaciones propias a la conservación en el tramo (p.p.k.k. 45, 56 y 71)
- ✓ Esta información sirve tanto para dar información puntual de situación al usuario en el interfaz como para refinar las predicciones de la herramienta
- ✓ Se añadió la información de libre acceso de DGT sobre las nueve estaciones que tienen instaladas en la A-1 en la comunidad de Madrid, integrándolas tanto en interfaz como en predicciones
- ✓ Adicionalmente, se incorporó la información de cinco estaciones adicionales en puntos estratégicos de la comunidad que facilitaban la rápida identificación de frentes entrantes



3. MDSS: Resultados Obtenidos

Retos de implantación superados: Inclusión de fuentes de información adicionales



Reflectividad de radar

- ✓ Permite comprobar la situación de frentes o la trayectoria de tormentas
- ✓ Se añadió una capa al display que superpone la información al mapa de situación
- ✓ La imagen de radar se refresca cada media hora



3. MDSS: Resultados Obtenidos

**Retos de implantación superados:
Inclusión de fuentes de información adicionales**

Sensores móviles

Se incorporaron 2 sensores móviles de temperatura de carretera, temperatura ambiente y humedad a la herramienta, instalados sobre vehículos de vigilancia.



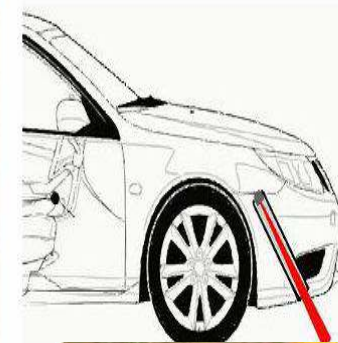
4. MDSS: Retos Planteados

- 1) Debido a razones de carácter no tecnológico, **no fue posible integrar la información procedente del sistema de localización automática de vehículos vía GPS**
- 2) La ausencia de un proceso de corrección para variables de calzada motiva que **no haya confianza en las predicciones de calzada**
- 3) El tramo piloto era demasiado crítico (acceso a Madrid y elevada intensidad de tráfico) como para asumir riesgos que supusieran un peor servicio



5. MDSS: Nuevo Proyecto Piloto

- ✓ Contempla dar **mayor robustez al sistema**, estableciendo un completo **procedimiento de corrección de la predicción de calzada mediante sensores**
- ✓ **Considera otras alternativas a la de los sensores fijos** (no resulta económicamente asumible), apostando por la **tecnología de sensores móviles** (temperatura, humedad, estado calzada, fricción y salinidad)
- ✓ **Implantación en una zona de menor sensibilidad social ante alteraciones producidas por nevadas** (posibilidad de atender de una manera más fiel las recomendaciones del sistema)



6. CONCLUSIONES ESPERADAS

¿Qué se espera con la aplicación del nuevo proyecto piloto?



- ✓ Evaluar los sensores móviles y determinar la aportación de cada uno al sistema
- ✓ Incorporar al sistema los datos procedentes de los sensores para realizar correcciones en tiempo real
- ✓ Verificar que las actuaciones propuestas por el sistema han sido realmente ejecutadas y la bondad de las mismas

EN DEFINITIVA:

- ✓ Mejorar las predicciones de calzada y las recomendaciones sobre tratamientos
- ✓ Mejorar las estrategias previstas en los planes operativos, tras su validación



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE
CARRETERAS

FIN