

## Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS, DESARROLLO E  
IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS  
FUNCIONALIDADES PARA LA OPTIMIZACIÓN  
DEL MÓDULO DE ESTACIONES  
METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA  
PLATAFORMA “SISTEMA WEB DE GESTIÓN  
DE CARRETERAS” (SWGC) DE ITERNOVA

Autor

Jaime Escriche Perales

Director

Jorge Casas Cañada

Ponente

Ignacio Martínez Ruiz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA  
“SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWGC) DE ITERNOVA

Jaime Escriche – Jorge Casas



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

TRABAJOS DE FIN DE GRADO / FIN DE MÁSTER

D./D<sup>a</sup>. Jaime Escriche Perales,

con nº de DNI 73261993-R en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo

de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la

Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
Grado \_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

Análisis, Desarrollo e Implementación de Nuevas Funcionalidades para la  
Optimización del Módulo de Estaciones Meteorológicas Remotas de la  
Plataforma "Sistema Web de Gestión de Carreteras" (SWG) de ITERNOVA

\_\_\_\_\_ ,  
es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada  
debidamente.

Zaragoza, 16 de Noviembre de 2015

Fdo: Jaime Escriche Perales

ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA  
“SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWGC) DE ITERNOVA

Jaime Escriche – Jorge Casas

## *Dedicatorias y agradecimientos*

En primer lugar, me gustaría agradecer a todos aquellos que me han ayudado en la realización de este trabajo, especialmente a Jorge Casas, cuya labor como director ha sido espectacular e Ignacio Martínez, ponente de este TFG y que siempre ha estado al pie del cañón para solucionar o gestionar cualquier tipo de problema. También a César y como no al resto de integrantes de la empresa ITERNOVA S.L.

Como no, agradecer el esfuerzo llevado a cabo por mi familia para que haya llegado hasta el final del grado y la paciencia que han tenido en estos 4 años intensos.

No me quiero olvidar de los compañeros dl grado. Han sido mucho los momentos de disfrutar con ellos aunque también ha habido algunos complicados pero al final, gracias a la ayuda de unos con otros, todo ha ido hacia adelante.

Especial agradecimiento para Marcos Cochi puesto que sin lugar a dudas, ha sido la persona con la que más horas he compartido en estos 4 años. Él, siempre ha estado ahí ayudándome en todos los problemas que me surgían y como no, me ha facilitado en gran medida el compatibilizar mis estudios con el deporte de alto nivel (algo para nada fácil).

Finalmente agradecer a todas las personas que han dedicado parte de su tiempo en estos años, tanto para lo bueno como para lo malo y que me han hecho crecer en todos los aspectos (personal, académico, deportivo...).

# RESUMEN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

## ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA “SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWG) DE ITERNOVA

**Autor:** Jaime Escriche Perales

**Director:** Jorge Casas Cañada

**Ponente:** Ignacio Martínez Ruiz

En el presente trabajo fin de grado se ha realizado un análisis, desarrollo e implementación de nuevas funcionalidades para la optimización del módulo de estaciones meteorológicas remotas de la plataforma *Sistema Web de Gestión de Carreteras* (SWG) de ITERNOVA.

El trabajo se ha realizado en el marco de la empresa ITERNOVA S.L que se trata de un proveedor de soluciones tecnológicas innovadoras para empresas, ciudadanos y administraciones realizando proyectos en el ámbito de las telecomunicaciones e informática.

La obtención de datos meteorológicos, nos permite en la actualidad conocer de antemano la situación de nuestras carreteras. Así, la obtención de éstos de manera inmediata, económica y eficaz es uno de los propósitos de desarrollo de la empresa.

ITERNOVA S.L cuenta con la plataforma SWG y dentro de ésta, se tienen más de 40 módulos integrados. En el marco de este TFG se ha trabajado directamente sobre el módulo de estaciones meteorológicas aunque inevitablemente se hace uso de manera indirecta de otros módulos dentro de la plataforma para llevar a cabo ciertas funcionalidades.

Se ha procedido inicialmente al estudio de los objetivos a cumplir para a partir de éstos, planificar y poder realizar un análisis de los requisitos necesarios a cumplir según las necesidades del momento. Conocidos los requisitos ya se puede dar comienzo con el desarrollo de las tareas y nuevas funcionalidades para optimizar la adquisición de datos de estaciones meteorológicas y servicios de meteorología mediante servicios web y APIs, tratamiento de la información, visualización geolocalizada de dichos datos utilizando Google Maps, siempre teniendo en cuenta la usabilidad y eficiencia del sistema.

Se realizan pruebas de test en entornos controlados para garantizar el correcto funcionamiento de las mejoras y poder así integrarlas en el entorno de producción.

Como resultado, tras las mejoras realizadas en el módulo, éste posee actualmente una potencialidad mucho mayor de la que disponía con anterioridad puesto que haciendo uso de los servicios de las APIs podemos extraer información de interés de cualquier lugar en cualquier instante de tiempo sin la necesidad de instalación de una estación física suponiendo todo ello unas ventajas económicas de gran interés de cara al cliente.

ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA  
“SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWGC) DE ITERNOVA

Jaime Escriche – Jorge Casas

# Índice de contenidos

Índice de contenidos .....	i
Índice de figuras .....	iii
Acrónimos.....	v
1. Introducción y objetivos .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Entorno de trabajo.....	2
1.3 Antecedentes .....	2
1.4 Motivación .....	4
1.5 Objetivos .....	5
1.6 Estructura de la memoria .....	6
2. Estado del arte .....	8
2.1 El módulo de estaciones meteorológicas del SWGC.....	8
3. Análisis y diseño.....	15
3.1 Análisis de las estaciones meteorológicas virtuales.....	15
3.2 Análisis del proceso de registro de una nueva estación virtual .....	17
3.3 Análisis del proceso de edición/eliminación de una estación virtual ...	18
3.4 Análisis del proceso de registro de una nueva API y configuración de una estación meteorológica virtual .....	20
3.5 Nuevas Necesidades de Desarrollo.....	21
3.5.1 Desarrollo del SWGC en función de las necesidades .....	22
3.5.2 Gestor de colas (Job Manager).....	23
3.6 Herramientas .....	24
4. Desarrollo e implementación.....	26
4.1 Entorno de Desarrollo .....	27
4.2 Módulo de estaciones meteorológicas .....	29
4.3 Nuevos atributos en el modelo lógico.....	31
4.4 Test unitarios.....	33
4.5 Desarrollo del resto de requisitos.....	34
5. Resultados.....	40
5.1 Handlers .....	41
5.2 Limitaciones a la hora de la extracción de datos .....	43

6.	Conclusiones y líneas futuras .....	45
6.1	Conclusiones generales .....	45
6.2	Conclusiones personales y profesionales .....	46
6.3	Líneas de desarrollo futuras .....	47
7.	Bibliografía .....	48
	Anexos .....	49
	A1. SWGC .....	49
	1) Módulo para la gestión de las actividades de conservación.....	50
	2) Módulo para la gestión de las actividades de rehabilitación.....	54
	3) Módulos para la gestión de las actividades de vialidad .....	56
	4) Módulo para la gestión de las actividades de seguridad vial .....	58
	5) Instrumentos para la toma de decisiones.....	61
	6) Módulo de gestión de expedientes .....	63
	7) Módulo de gestión económica.....	65
	8) Versión móvil.....	68
	A2. Concepto de API.....	70
	A3. Introducción a la API JSON/REST .....	71
	Aclaraciones sobre los formatos .....	71
	Acceso a la API JSON/REST .....	71

# Índice de figuras

Fig. 1: SWGC .....	3
Fig. 2: Interfaz web módulo estaciones meteorológicas (zona pública).....	9
Fig. 3: Listado de estaciones meteorológicas en la demarcación de carreteras del estado en Aragón. ....	10
Fig. 4: Estado de las estaciones en la demarcación de carreteras del estado en Aragón. ....	11
Fig. 5: Selección de estación meteorológica.....	12
Fig. 6: Formulario de registro/edición de una estación dentro de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón.....	13
Fig. 7: Formulario de registro/edición de una nueva estación virtual .....	19
Fig. 8: Ayuda registro de una nueva API .....	21
Fig. 9: Concepto de Handler .....	23
Fig. 10 Resumen de las tecnologías utilizadas en el TFG .....	24
Fig. 11: Metodología de trabajo general.....	26
Fig. 12: Entorno de programación Netbeans .....	28
Fig. 13: SQLyog .....	28
Fig. 14: RockMongo.....	29
Fig. 15: Estado inicial y modificaciones del módulo de estaciones meteorológicas .....	30
Fig. 16: Modelo lógico de una estación meteorológica.....	31
Fig. 17: Modelo lógico de los parámetros de las estaciones meteorológica.....	32
Fig. 18: Test unitarios .....	33
Fig. 19: Visualización de los resultados sin las mejoras de Scroll. ....	34
Fig. 20: Visualización de los resultados con las mejoras de Scroll .....	35
Fig. 21: Valores devueltos para la estación de Zaragoza sin hacer uso de las mejoras de usabilidad .....	36
Fig. 22: Valores devueltos para la estación de Zaragoza introduciendo las mejoras de usabilidad .....	37
Fig. 23: Nuevos campos de formulario en el registro/edición de una estación meteorológica .....	38
Fig. 24: Módulo de estaciones meteorológicas (estaciones virtuales configuradas) .....	41
Fig. 25: Ejemplo de estación meteorológica virtual Teruel.....	42
Fig. 26: Ejemplo de estación meteorológica virtual Zaragoza .....	43

Fig. 27: Limitaciones APIs .....	44
Fig. 28: Información de un elemento del inventariado (características, localización, estado actual de conservación) .....	51
Fig. 29: Interfaz de registro de nuevos elementos de inventariado .....	52
Fig. 30: Formulario de búsqueda de puntos.....	53
Fig. 31 Agenda de vialidad.....	57
Fig. 32: Tramos de concentración de accidentes (TCA) .....	60
Fig. 33: Gestión avanzada de flotas mediante GPS .....	62
Fig. 34: Videocámaras ITERNOVA.....	62
Fig. 35: Gestión de expedientes .....	64
Fig. 36: Gestión económica .....	67
Fig. 37: Aplicación especial para Tablet de la agenda de conservación.....	69

# Acrónimos

AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
API	Application programming interface
HTML	HyperText Markup Language
ITS	Instrumentos para la toma de decisiones
JS	JavaScript
JSON	JavaScript Object Notation
LAMP	Linux – Apache – MySQL/MongoDB -PHP
MAX	Máximo
MIN	Mínimo
PHP	Hypertext Pre-Processor
PK	Punto kilométrico
REST	Representational State Transfer
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SWGC	Sistema web de gestión de carreteras
TCA	Tramo de concentración de accidentes
TFG	Trabajo de Fin de Grado
USB	Universal Serial Bus



# 1. Introducción y objetivos

## 1.1 Introducción

La obtención de datos meteorológicos en tiempo real de las carreteras se lleva a cabo desde hace muchos años atrás para poder conocer de antemano el estado de dichas carreteras y con ello poder realizar la gestión de éstas de manera más eficaz y eficiente.

El objetivo de este proyecto es la mejora y optimización del módulo de gestión de estaciones meteorológicas remotas, incluyendo nuevas funcionalidades, mejorando la eficiencia y el uso de recursos y ampliando el potencial de la plataforma SWGC.

El SWGC presenta en la actualidad dentro de su módulo de estaciones meteorológicas, datos meteorológicos en tiempo real enviados por las estaciones fijas instaladas en la carretera y las estaciones móviles de los vehículos y compaginados con servicios de meteorología oficiales así como redes sensoriales meteorológicas instaladas a lo largo de los tramos la carretera.

La necesidad del módulo de estaciones meteorológicas surge a la hora del adecuado mantenimiento y explotación de las carreteras haciendo uso de los datos meteorológicos en cualquier lugar y en cualquier momento.

Entre los parámetros devueltos por dichas estaciones se encuentran la temperatura ambiente, humedad, punto de rocío, dirección y velocidad del viento, presión, etcétera, si bien pueden variar según el modelo de estación meteorológica.

Haciendo uso de dichos datos se puede realizar una mejor gestión de la vialidad en las carreteras pudiendo establecer sistemas de alerta y de prevención en el caso de que ciertos parámetros sobrepasen umbrales límite. Estos datos también se pueden utilizar en sistemas de seguridad vial (información adjunta a cada accidente para poder obtener información de las causas de accidentes), o incluso para gestionar y planificar la vialidad invernal mediante el esparcimiento de fundentes (sal / salmuera) en puentes o en los propios camiones quitanieves cuando se cumplan ciertas variables.

El problema surge del elevado coste económico sobre todo de instalación aunque también de mantenimiento de las estaciones y de ahí la motivación de este *trabajo fin de grado* (TFG) incluyendo nuevas funcionalidades en el módulo para la extracción de datos mediante servicios web y *Application programming interfaces* (APIs) sin necesidad de tener una estación fija en todos y cada uno de los lugares en los que se quiere tener datos en tiempo real.

Será necesario el tratamiento de la información aportada por las APIs, conectándose inicialmente a éstas, para posteriormente realizar el parseo y mapeo de la información devuelta y por último almacenándola para luego poder visualizar dicha información mediante gráficas en tiempo real con los datos obtenidos durante ciertos periodos de tiempo y poder así ver la evolución de los distintos parámetros medidos por dichas estaciones y realizar estudios de la evolución de estos a lo largo del tiempo. La

interfaz web nos permitirá también la generación de tablas (Word, Excel, pdf) con los datos obtenidos.

## 1.2 Entorno de trabajo

El TFG se ha realizado íntegramente en la empresa ITERNOVA S.L., encargada de proveer soluciones tecnológicas innovadoras para empresas, ciudadanos y administradores, con sedes en Zaragoza, Teruel y México DF. Actualmente su principal campo de trabajo es el desarrollo del SWGC, el cuál se trata del primer sistema web *Supervisory Control And Data Acquisition* (SCADA) desarrollado para la gestión de la Conservación y Explotación de Carreteras. En este campo se enmarca el presente trabajo fin de grado.

ITERNOVA S.L es una empresa con una continua apuesta por la innovación, que les ha permitido desarrollar productos de gran éxito e implantación a nivel nacional, como el sistema SGWC, por el cual la empresa recibió el VIII Premio nacional ACEX 2012 a la Seguridad en Conservación de carreteras, además de otros galardones como el Premio Sociedad de la Información Aragón 2012 Empresa Junior del año y Premio Empresa Teruel Innovación 2012.

El sistema se ha desarrollado íntegramente en los servidores de pruebas de la empresa, así como el depurado de errores.

## 1.3 Antecedentes

El Proyecto implementado se integra en el SWGC de ITERNOVA. Se trata de un sistema de gestión de infraestructuras que contempla todas las áreas de gestión existentes. Entre ellas se encuentran la de vialidad (sistema de gestión de flotas (GPS), de cámaras de explotación, aforos, paneles de información, estaciones meteorológicas (**aquí es donde se centra el trabajo desarrollado en este TFG**)). Por otro lado tendríamos *los instrumentos para la toma de decisiones* (ITS), seguridad vial, gestor de expedientes, gestor económico, conservación, rehabilitación y por último el sistema cuenta también con una versión móvil.

La explicación en detalle de cada uno de los módulos se encuentra en el primer anexo (A1).

En la Figura 1 se puede observar la interfaz web del SWGC.



Fig. 1: SWGC

## 1.4 Motivación

El análisis, desarrollo e implementación de nuevas funcionalidades dentro del módulo de estaciones meteorológicas se enmarca dentro de los proyectos pendientes de mejora de ITERNOVA S.L.

Mediante el desarrollo de éste se pretende tener acceso a la misma información meteorológica que ya se obtenía con anterioridad pero añadiendo un nuevo enfoque como es la extracción de datos haciendo uso de estaciones virtuales basadas en servicios web y APIs y no de estaciones reales de las que ya se disponía con anterioridad.

De esta manera, se consigue abarcar un área geográfica mayor teniendo acceso a datos de más lugares sin la necesidad de instalación in situ de una estación física pudiendo así reducir costes tanto de instalación como de su posterior mantenimiento.

Las mejoras introducidas en el módulo de estaciones meteorológicas permitirán a la empresa poder ofrecer nuevas funcionalidades de valor añadido a sus clientes mejorando los servicios y aportando una mayor disponibilidad de datos sin necesidad de un coste adicional de instalación y mantenimiento de estaciones físicas.

La voluntad de realizar el TFG dentro del marco de la empresa ITERNOVA S.L se tomó básicamente porque de esta manera me permitía conocer de primera mano el mundo de la empresa y con ello acercarme más a lo que será mi futuro más inmediato.

Además, otro aspecto importante que me lanzó hacia delante a la hora de la elección del proyecto fue la posibilidad que me ofrecía éste de conocer nuevas tecnologías y metodologías como el manejo de bases de datos MySQL (estructurada) y MongoDB (no estructurada), aprendizaje de nuevos lenguajes de programación como *Hypertext Pre-Processor* (PHP), colas Gearman para procesados en segundo plano, uso de APIs *JavaScript Object Notation* (JSON)/ *Representational State Transfer* (REST).

Conocer el funcionamiento de las APIs es interesante porque en la actualidad casi todos los sistemas funcionan mediante APIs. De esta manera se produce una descentralización de los servicios pudiendo incluir servicios en cualquier servidor y directamente conectándonos a él, se pueden realizar funcionalidades de todo tipo y casuística.

## 1.5 Objetivos

El **objetivo principal** de este TFG consiste en el **análisis, desarrollo e implementación de nuevas funcionalidades** en el **módulo de estaciones meteorológicas remotas** para integrarlas de manera homogénea en la plataforma SWGC de la empresa ITERNOVA S.L. Como punto final se realizará la integración y puesta en producción dentro del sistema de gestión de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón y también en las principales carreteras y autopistas de México. Para ello se han definido una serie de objetivos específicos a alcanzar a lo largo del desarrollo del TFG:

- Conocer el funcionamiento del mundo de la empresa desde una perspectiva diferente a la que se están realizando los estudios universitarios.
- Aprender la configuración de entornos de desarrollo como son PHP, MySQL, MongoDB, JavaScript, AJAX, Google Maps, colas de procesamiento Gearman.
- Aprender el funcionamiento y características de las API JSON REST (explicadas brevemente en el anexo).
- Familiarizarme con el módulo de estaciones meteorológicas para poder realizar las mejoras pertinentes.
- Encapsular las distintas APIs en sus clases correspondientes para facilitar el mantenimiento de éstas puesto que los datos devueltos no tienen por qué coincidir al 100% y por lo tanto el tratamiento de la información devuelta por cada tipo de API puede variar ligeramente permitiendo la escalabilidad del sistema mediante la inclusión de nuevas APIs en caso de ser necesarias.
- Conexión, recepción de datos, parseo, mapeo y almacenamiento de los datos devueltos por las distintas APIs de manera diferenciada haciendo uso de las clases anteriormente mencionadas.
- Visualización geolocalizada de dichos datos utilizando Google Maps siempre teniendo en cuenta la usabilidad y eficiencia del sistema.
- Realización de pruebas de test de las distintas mejoras realizadas para que se garantice el correcto funcionamiento
- Como producto final desarrollado se integrará el módulo de estaciones meteorológicas con sus nuevas funcionalidades en la plataforma SWGC y posteriormente en los sistemas de producción tanto en la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón (carreterasaragon.com) como de las principales carreteras y autopistas de México adaptándose a las necesidades específicas del cliente

## 1.6 Estructura de la memoria

La memoria de este TFG está dividida en dos partes claramente diferenciadas. En la primera parte se desarrolla el grueso del trabajo, donde se explica el análisis y el desarrollo de los objetivos descritos anteriormente. La segunda parte contiene los anexos necesarios para detallar y ampliar los conceptos técnicos utilizados en la primera parte de la memoria. En los anexos no se comentan detalles fundamentales para el seguimiento del desarrollo pero sirven para tener una visión más completa del TFG en sus aspectos más técnicos.

La primera parte de la memoria está dividida en los siguientes capítulos:

- **Introducción y objetivos:**

En esta primera parte se explica la problemática, el entorno en el que se ha desarrollado el TFG, los antecedentes de algunas tecnologías utilizadas, la motivación que ha llevado a la elaboración de este TFG y los objetivos que pretende abordar.

- **Estado del arte**

Breve descripción del punto de partida del proyecto (situación inicial del módulo de estaciones meteorológicas) sobre el que se basa el proyecto dando también una visión general de la problemática que surge en la actualidad y por qué realizar las mejoras pertinentes.

- **Análisis y diseño**

En este apartado se realiza un análisis de los requisitos a cumplir y que posteriormente se irán desarrollando. Además, se explican los procesos de registro, edición y eliminación de una estación virtual así como la configuración de una nueva API. Por último se analizan las nuevas necesidades de desarrollo para el correcto funcionamiento de todo el sistema (handler y gestor de colas).

- **Desarrollo e implementación**

Se explica el entorno de desarrollo utilizado así como el módulo de estaciones meteorológicas (estado inicial y mejoras a implementar). Además, se desarrollan gran parte de los requisitos mencionados en el apartado anterior.

- **Resultados**

Exposición de los resultados obtenidos mediante la realización de este TFG y mejoras realizadas.

- **Conclusiones y líneas futuras**

Se reflexiona sobre las ideas aprendidas durante la elaboración de este TFG. También se enumeran una serie de líneas futuras que mejorarían la funcionalidad de este sistema.

La segunda parte de la memoria comprende los anexos para facilitar la comprensión de la memoria.

- A1: SWGC
- A2: Concepto de API
- A3: Introducción a la API JSON/REST

## 2. Estado del arte

En este apartado se explica en detalle el estado inicial del módulo de estaciones meteorológicas dentro de la plataforma completa que conforma el SWGC.

### 2.1 El módulo de estaciones meteorológicas del SWGC

Para la realización de este proyecto, no se parte desde cero, sino que se apoya en la existencia del módulo básico de estaciones meteorológicas presente en el SWGC. Dicho módulo, permite obtener datos meteorológicos en tiempo real enviados por las estaciones fijas instaladas en la carretera y las estaciones móviles de los vehículos y compaginados con servicios de meteorología oficiales así como redes sensoriales meteorológicas instaladas a lo largo de los tramos la carretera. Estas estaciones meteorológicas son propiedad de los gestores de la carretera y, por tanto, tienen un coste de mantenimiento que deben soportar.

Las estaciones instaladas cuentan con sensores básicos y otros específicos para la gestión de la Explotación y Conservación de Carreteras:

- Sensores Básicos
  - Temperatura ambiente y humedad
  - Higrómetro (cantidad de precipitaciones)
  - Anemómetro (velocidad y dirección del viento)
  - Barómetro (presión atmosférica)
  - Otros parámetros básicos como punto de rocío, sensación térmica, etcétera.
  
- Sensores específicos para carreteras
  - Temperatura de la calzada
  - Sensor de detección de lluvia y congelación de la calzada

Las estaciones instaladas por ITERNOVA cuentan con las siguientes características:

- Diversos modelos de estaciones (Davis, SICO, geónica, etcétera, marcas reconocidas a nivel mundial y ampliamente utilizadas en escenarios de todo tipo) las cuales están en propiedad por los gestores de las carreteras e infraestructuras.
- Envío de información al servidor web de gestión integral de la explotación mediante el uso de servicios web SOAP, peticiones a API JSON/Rest o mediante paquetes IP (sockets), que las hace abiertas para posibles

modificaciones o ampliaciones en el futuro, ya que los servicios web permiten una alta flexibilidad para implementar protocolos a medida.

- Posibilidad de ampliar las funcionalidades de las estaciones mediante el uso de diferentes sondas externas (temperatura de la calzada, radiación solar, etcétera)
- Envío de datos al servidor web de gestión integral de la explotación gracias al uso de routers GPRS/UMTS, WIFI, ADSL, fibra óptica, etcétera (en función de la localización de las estaciones), lo que permite instalarlas prácticamente en cualquier localización, por remota que ésta sea.

El módulo de estaciones meteorológicas dispone de dos zonas diferenciadas. Por un lado está la zona pública que nos permite consultar los datos de las distintas estaciones mediante filtrado seleccionando el tramo, carretera, plataforma (única, derecha, izquierda), PK [MIN] PK [MAX], denominación de vía del tramo, sector (ver Figura 2).

Fig. 2: Interfaz web módulo estaciones meteorológicas (zona pública)

A la hora de realizar una consulta sobre una estación tenemos tres opciones:

- Listado de estaciones meteorológicas: en este caso nos aparecerá una lista con todas las estaciones presentes para poder realizar la selección de cualquiera de ellas. Se puede observar el resultado de esta opción en la figura 3.

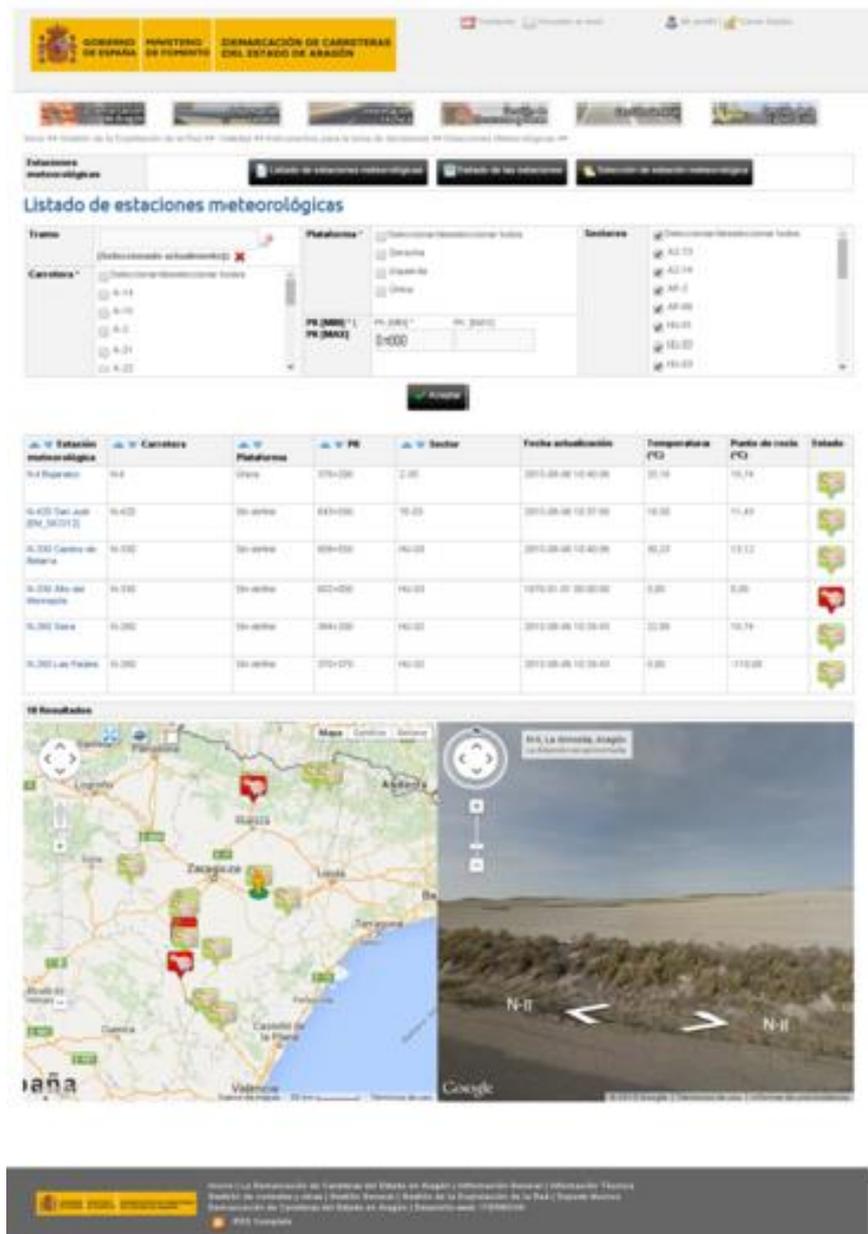


Fig. 3: Listado de estaciones meteorológicas en la demarcación de carreteras del estado en Aragón.

- Estado de las Estaciones: en este caso aparecen los datos de las diversas estaciones en forma de gráficas y para poder ver más datos de éstas se puede acceder (ver Figura 4)



Fig. 4: Estado de las estaciones en la demarcación de carreteras del estado en Aragón.

- Selección de estación meteorológica  
A partir del nombre de la estación se puede acceder a esta y visualizar los diversos parámetros (ver Figura 5).



Fig. 5: Selección de estación meteorológica.

Así, al realizar la consulta de una estación se obtienen los datos meteorológicos en tiempo real en forma de gráficas para poder así ver la evolución de los distintos parámetros. Además, también se pueden realizar estudios de vialidad de las carreteras para poder de esta manera anticiparse a posibles problemas causados por inclemencias meteorológicas.

Desde la zona privada se pueden realizar las siguientes funcionalidades:

- **Registro de nuevas estaciones** de manera segura desde la zona de administración (ver Figura 6).
- **Editar/eliminar** estaciones: únicamente accesible para usuarios con permisos de administrador. Los administradores podrán modificar, crear, y eliminar las estaciones meteorológicas de forma sencilla desde un formulario.

Estaciones meteorológicas Listado de estaciones meteorológicas + Registrar nueva estación meteorológica

### Editar Estación Meteorológica

Identificador de estación: 148

Nombre de la estación meteorológica (Nombre, carretera, localización, etc.): N-260 Sera

ID del cliente: Sica

Modelo de estación \*

- Estación genérica
- Estación Davis
- Estación Sica
- Estación Genérica
- Modelo de estación desconocida

Parámetros disponibles en la estación

- Seleccionar/deseleccionar todos
- Temperatura (°C)
- Temperatura (°C) [2]
- Temperatura (°C) [3]
- Temperatura (°C) [4]

Permisos \*

HU-02  [Seleccionado actualmente]: HU-02

Sector \*

HU-02  [Seleccionado actualmente]: HU-02

Carretera \*

N-260  [Seleccionado actualmente]: N-260

Plataforma \*

Seleccione una opción \*

PK \*

394-200

Localización \*

Latitud: 42.477210107; Longitud: 0.43170722559; Dirección: Introduzca una ubicación

Mapa | Satélite | Rutas

Ubicación actual

Descripción

Estación de Sera. Tipo Opus200

GPS asociado

[Seleccionado actualmente]:

Videocámara asociada

[Seleccionado actualmente]:

Imágenes | Ficheros | Enlaces | Vídeos | Anotaciones

Aceptar Cancelar

Inicio | La Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón | Información General | Información Técnica  
 Gestión de carreteras y obras | Gestión General | Gestión de la Explotación de la Red | Soporte Técnico  
 Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón | Desarrollo web: ITERNOVA  
 RSS Completo

Fig. 6: Formulario de registro/edición de una estación dentro de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón

De esta manera, la situación de partida del módulo únicamente contiene estaciones reales que permiten la extracción de datos mediante la instalación por parte del cliente de sus propias estaciones meteorológicas en un lugar determinado y el envío de la información aportada por éstas mediante servicios web SOAP al servidor web.

Esta funcionalidad será mejorada mediante el presente TFG para poder extraer datos sin necesidad de las estaciones reales con las limitaciones que esto implica y que serán estudiadas más adelante.

A modo de resumen, el módulo de estaciones meteorológicas permite llevar a cabo las siguientes funcionalidades:

- **Registro de nuevas estaciones** de manera segura desde la zona de administración
- **Editar/eliminar** estaciones: Únicamente accesible para usuarios con permisos de administrador. Los administradores podrán modificar, crear, y eliminar las estaciones meteorológicas de forma sencilla desde un formulario.
- **Consultar** estaciones meteorológicas: se visualizará la ficha completa, con todos los campos de información.
- **Búsquedas por filtros:** Los resultados de las búsquedas se mostrarán mediante tablas.

## 3. Análisis y diseño

En este capítulo se analizará en detalle la mejora planteada para cumplir con los requisitos de reducción de coste necesarios para una máxima optimización del módulo de estaciones meteorológicas. También se mostrará el estado final del módulo tras las mejoras realizadas.

### 3.1 Análisis de las estaciones meteorológicas virtuales

En la introducción se comentó que la solución elegida ante el requisito principal de mejora del módulo de estaciones meteorológicas es añadir estaciones virtuales que junto con las estaciones reales ya presentes nos aportarán una mayor cantidad de datos sin necesidad de un coste adicional.

Así, para cumplir con esta necesidad se precisa de realizar modificaciones en el sistema actual de extracción de datos diferenciando claramente si nuestra estación se trata de una estación real o por otro lado, se trata de una estación virtual.

Con ello, surgen una serie de requisitos **generales** necesarios a cumplir:

- **Requisito 1. Documentación del código**

Uso de las metodologías de la empresa para que todos los desarrolladores sigan el mismo formato y nomenclatura. Para ello, en el código implementado las variables tendrán nombres representativos que no lleven a confusión. De esta manera se ayuda al resto del personal de la empresa a la legibilidad del código. Asimismo, todo el código desarrollado debe contar con su documentación para que otros desarrolladores puedan utilizarla en el futuro.

- **Requisito 2. Reutilizable, escalable y fácil mantenimiento**

Dentro del módulo de estaciones meteorológicas se creará un nuevo fichero con su clase que será el handler de cada API para realizar la conexión, recepción, parseo, mapeo y almacenamiento de la información.

Así, el módulo será fácilmente escalable según las necesidades puesto que en caso de ser necesario el uso de más APIs, únicamente será necesario el añadir nuevos ficheros con su clase correspondiente. Se tendrán tantos ficheros como APIs y de esta manera conseguiremos nuestro propósito. La necesidad del uso de handler queda más que justificada en el apartado 5.1, introduciendo e

concepto previamente en el apartado 3.5.1. Además, este requisito está directamente relacionado con el 12 tal y como veremos a continuación.

- **Requisito 3. Testeo**

Pruebas de test controladas a nivel local para ver que las modificaciones realizadas en el módulo son adecuadas. Dichas pruebas se realizarán de forma periódica a lo largo del desarrollo del proyecto porque de esta manera se podrá observar la correcta, completa, segura y de calidad implementación de las nuevas funcionalidades en el sistema.

De esta manera, se podrán observar los errores cometidos, depurarlos. Se realizarán pruebas de test unitarias (PHPUnit) y de integración. Se explica más en detalle el proceso de testeo en el apartado 4.4.

- **Requisito 4. Usabilidad (UX)**

Adecuación de interfaces de usuario del módulo de estaciones meteorológicas para facilitar el uso por parte de los usuarios, así como mejorar la visualización de la información de manera más compacta y eficiente. Para ello

- **Requisito 5. Peticiones periódicas**

Para la ejecución de tareas periódicas, se dispone dentro del framework de ITERNOVA del módulo Crondaemon encargado de la ejecución tareas periódicas. En nuestro caso, se utilizará dicho modulo para incorporar en colas GEARMAN en segundo plano los distintos procesos de la peticiones a las APIs, de manera que la petición de datos no suponga el bloqueo del resto del sistema.

- **Requisito 6. Ayudas**

Se han añadido ayudas dinámicas (manual de usuario) que pueden ser consultadas en cualquier pantalla del módulo según la acción que se quiera realizar en cada momento para facilitar la dicha configuración.

Por ejemplo, a la hora de editar una estación meteorológica, se aporta al usuario información relevante:

- APIs usadas
- URL de la API
- Ejemplos de configuración
- Extracción clave API

En el apartado 3.4 se explica más en detalle la funcionalidad de las ayudas incorporadas a la plataforma.

- **Requisito 7. Cumplir las metodologías del framework de desarrollo ( SWGC)**
  - Estructura modular.
  - Clases ordenadas jerárquicamente.....etcétera.
  - Protocolos a llevar a cabo dentro del grupo de trabajos.
- **Requisito 8. Gestor de colas (*Job Manager*)**

Para evitar el bloqueo del sistema se hará uso de colas Gearman. Más adelante se explica en el punto 3.5.2.

Más específicamente, se presentan los siguientes requisitos:

- **Requisito 9.** Añadir nuevos atributos al modelo lógico del módulo de estaciones meteorológicas. Desarrollado en el apartado 4.3.
- **Requisito 10.** Añadir campos de formulario en el formulario de configuración de estaciones meteorológicas.
- **Requisito 11.** En el controlador añadir métodos para actualizar los nuevos atributos del apartado anterior.
- **Requisito 12.** Generar métodos de handler cumpliendo los requisitos anteriores ( reutilizabilidad, escalabilidad y fácil mantenimiento).

## 3.2 Análisis del proceso de registro de una nueva estación virtual

Para poder proceder al registro de una nueva estación virtual, deberemos estar en zona de administración.

Es necesario la inclusión de una serie de parámetros para poder posteriormente caracterizar dicha estación. Entre estos se encuentran:

- Nombre, localización
- Modelo (estación genérica, estación Davis, estación Sico, estación Geónica, estación virtual, modelo de estación desconocida)
- URL de la API
- Login de la API
- Clave secreta de la API
- Parámetros disponibles de la estación (temperatura, temperatura del pavimento, humedad, humedad del pavimento, dirección del viento (°),

dirección del viento MAX (°), velocidad del viento (km/h), velocidad del viento MAX (km/h), precipitaciones (mm), precipitaciones MAX (mm), tipo de precipitación, punto de rocío (°C), punto de rocío del pavimento (°C), estado del pavimento, visibilidad (m), capacidad del tanque de agua (%), capacidad del tanque de sal (%), estado del aspersor de fundentes, presión atmosférica (pascales), radiación solar (kW/m<sup>2</sup>).

- Permisos de visualización asociados.
- Sector
- Carretera
- Plataforma
- PK
- Denominación de vía del tramo
- Localización (latitud, longitud, dirección).
- Descripción
- Red sensorial de estaciones meteorológicas (Si/No).

Los modelos de estación Geónica, Sico y Davis son estaciones de diferentes fabricantes. Los siguientes tres parámetros (URL de la API, login de la API y clave secreta de la API) únicamente será necesario introducirlos en el caso de que estemos trabajando con una estación virtual. En ese caso, se deberán seguir las instrucciones del apartado 3.3. (Análisis del proceso de registro de una nueva API y configuración de una estación meteorológica virtual).

### 3.3 Análisis del proceso de edición/eliminación de una estación virtual

También se deberá estar dentro de la zona de administración y el formulario de edición de una estación virtual es el mismo que se usa para el registro de una nueva estación virtual, pero en este caso, nos aparecen los datos de la estación anteriormente configurada para poder modificarlos. En el caso de querer eliminar una estación simplemente aceptaremos la eliminación de ésta y todos los datos serán eliminados de la base de datos. En la Figura 7 se puede observar la interfaz web de registro/edición de una estación virtual.

Estaciones meteorológicas Listado de estaciones meteorológicas Registrar nueva estación meteorológica

### Editar estación

Estación meteorológica (localización, nombre...)\*

ID de cliente\*

Modelo\*
 

- Estación genérica
- Estación Davis
- Estación Sico
- Estación Geonica
- Estación Virtual
- Modelo de estación desconocida

URL de la API

LogIn de la API

Clave secreta de la API

Parámetros disponibles en la estación
 

- Seleccionar/deseleccionar todos
- Temperatura (°C)
- Temperatura (°C) [2]
- Temperatura (°C) [3]
- Temperatura (°C) [4]
- Temperatura del pavimento (°C)

Permisos de visualización asociados\*

Sector\*

Carretera\*

Plataforma\*

PK\*

Denominación de vía del tramo

Localización\*
 

Latitud: 41.656287 Longitud: -0.876538 Dirección: Introduce una ubicación



Ubicación actual

Descripción

Red sensorial de estaciones meteorológicas

Fig. 7: Formulario de registro/edición de una nueva estación virtual

### 3.4 Análisis del proceso de registro de una nueva API y configuración de una estación meteorológica virtual

Con anterioridad al registro de una nueva estación virtual deberemos habernos registrado en una de las API que el portal de internet nos ofrece. Para realizar dicho registro se dispone de una de las ayudas disponible para el usuario que le facilitará dicho proceso. Una vez registrado, el usuario tendrá un login y una clave secreta. Para realizar la conexión a las diferentes APIs y poder realizar las peticiones, se debe conocer la URL de dicha API.

A la hora de recibir datos por parte de las diferentes APIs, cabe destacar que si se hace uso de la versión gratuita de éstas (como se ha hecho en el desarrollo del proyecto), el número de peticiones diarias está limitado y depende para cada API. De esta manera, en función de la periodicidad con que se extraigan los datos (5 min, 15 min,...) serán necesarias más o menos APIs. . En sistemas en producción se gestionarán las versiones de pago, que ofrecen un mayor límite de peticiones diarias, lo que permitirá la configuración de un mayor número de estaciones meteorológicas a muy bajo coste.

Toda esta información (registro, número de peticiones diarias, obtención URL de la API) aparecerá en las ayudas añadidas al módulo a la hora del registro o edición de una nueva estación. En la Figura 8 se puede observar toda la información disponible en la ayuda.

Actualmente el módulo está haciendo uso de tres APIs:

- wunderground
- worldweatheronline
- forecast.io

Además, en el mercado existen muchas más APIs como weather.com y otras, por lo que al cumplirse el requisito de escalabilidad y fácil mantenimiento se podrán crear en el futuro nuevos controladores.

## Ayuda

### EDITAR ESTACIONES METEO

Mediante este formulario se puede editar una estación meteorológica. Para ello se irán rellanando los formularios que aparecen en la interfaz web (nombre, ID del cliente, modelo, URL de la API, login de la API, clave secreta de la API, parámetros disponibles, permisos, sector, carretera, plataforma, PK, denominación vía, localización). En el caso de que se trate de una estación virtual se necesitará conectarse a una API. Para ello se dispone de APIs diferentes. Veamos las características y configuración de cada una de estas APIs:

**CONFIGURACIÓN API WUNDERGROUND.COM**  
 La URL de la página principal de la API es la siguiente:  
 ➤ <http://www.wunderground.com/weather/api/d/docs>  
 Se hará uso de la versión gratuita de la API que nos permite un total de 500 peticiones por día.

Pasos:

- Registrarse para la obtención de una clave secreta (API\_key).
- Realizar una petición HTTP que devuelva los datos JSON. El formato para realizar una petición es el siguiente: GET [http://api.wunderground.com/api/API\\_key/features/settings/q/query.format](http://api.wunderground.com/api/API_key/features/settings/q/query.format) donde:
  - API\_key es la clave secreta de la API.
  - features son las características a visualizar (ej: forecast, geolookup, conditions...).
  - settings: obviarlo
  - query: se usará normalmente el formato latitud, longitud pero también se puede realizar la petición introduciendo el nombre de la ciudad...
  - format: json

Para ver ejemplos de configuración: <http://www.wunderground.com/weather/api/d/docs?d=dataindex&MP=1>

**CONFIGURACIÓN API WORLDWEATHERONLINE.COM**  
 La URL de la página principal de la API es la siguiente:  
 ➤ <http://www.worldweatheronline.com/api/docs/>  
 Se hará uso de la versión free de la API que nos permite un total de 250 peticiones por día.

Pasos:

- Registrarse en la página principal para la obtención de una clave secreta (API\_key)
- Realizar la petición en el siguiente link : <https://developer.worldweatheronline.com/pageexplorer-free>
  - q: puedes introducir latitud, longitud ; nombre ciudad; dirección IP
- Nos devuelve la API\_URL (call) a la que conectarnos para extraer los datos

**CONFIGURACIÓN API FORECAST.IO**  
 La URL de la página principal de la API es la siguiente:  
 ➤ <https://developer.forecast.io/>  
 Las primeras 100 peticiones diarias son gratuitas. Cada llamada posterior cuesta 0.0001\$.

- Registrarse en la página principal para la obtención de una clave secreta (API\_key)
- Realizar una petición HTTP que devuelva los datos JSON. El formato para realizar una petición es el siguiente: GET <https://api.forecast.io/forecast/APIKEY/LATITUDE, LONGITUDE> donde:
  - APIKEY es la clave secreta de la API.
  - LATITUDE/LONGITUDE son las coordenadas del lugar deseado.

Fig. 8: Ayuda registro de una nueva API

## 3.5 Nuevas Necesidades de Desarrollo

Hasta ahora, el módulo de estaciones meteorológicas del SWGC estaba configurado de tal manera que únicamente teníamos estaciones físicas reales. Así, con la inclusión de las nuevas funcionalidades (estaciones meteorológicas virtuales), a medida que las necesidades por parte de los clientes aumenten, la cantidad de datos a tomar y ser procesados de las diferentes APIs también lo hará y no todos tendrán que ser devueltos de la misma manera. Por lo tanto será necesario alcanzar un método eficiente de gestión de datos. La diferencia de criterios y parámetros necesarios según los países o instituciones, son problemas a solucionar para poder flexibilizar el desarrollo del sistema y su mantenimiento futuro, evitando que se produzca lo que se denomina el "*Código Espagueti*".

Aunque visualmente estos problemas no se aprecian, las soluciones a estos problemas son los desarrollos más importantes para el SWGC, ya que todo futuro desarrollo que se lleve a cabo en la plataforma se basará en estas soluciones.

A continuación se analizan los problemas a resolver y se explica la solución adoptada para cada uno de ellos. Como se va a ver, son soluciones de lo más simples, pero que mejorarán el funcionamiento y futuro desarrollo y mantenimiento del SGWC.

### 3.5.1 Desarrollo del SWGC en función de las necesidades

Para poder flexibilizar la reutilización y fácil mantenimiento futuros de la plataforma, así como desarrollar una versión completamente optimizada a las necesidades del mercado en cada momento, es necesaria la utilización de **Handlers**.

El uso de *handlers* (o enrutadores) permite, según la configuración del módulo y las necesidades en cada momento realizar las distintas tareas en función de la API utilizada.

Un *handler* es un controlador / manejador / enrutador, que recibe acciones genéricas a realizar, y que apoyándose en el fichero de configuración del módulo correspondiente (o en nuestro caso, en la configuración de cada estación meteorológica), llamará a un método dado de una clase específica. Es decir, en el sistema dispondremos de múltiples clases para realizar la misma acción (una clase por API, todas ellas contando con los mismos métodos y funcionalidades, pero con diferentes algoritmos a la hora de realizar las necesidades), y según la API a la que se quiera conectar, el sistema realizará peticiones a una de ellas (a la que le corresponda en cada momento).

En este caso no se trata de la utilización de una determinada tecnología ni una determinada librería, sino de un concepto de escalabilidad y reestructuración de la programación, haciendo uso de la filosofía del patrón MVC (Modelo-Vista Controlador). En este caso, se crea una nueva clase por cada API. Estas se denominarán, *EstacionesMeteo\_Modules\_Data\_API\_XXXXX* donde XXXXX es el identificador de cada tipo de API. Dentro de esta clase será donde se realicen las tareas de conexión, recepción de datos en formato JSON, parseo de los datos convirtiendo los datos JSON en un array de datos para en última instancia realizar el mapeo según el modelo lógico y almacenamiento de los datos devueltos por cada una de las APIs.

De esta forma, se puede modificar y gestionar el funcionamiento interno del módulo en función de las necesidades (por ejemplo, inclusión de nuevas APIs), sin necesidad de modificar ninguna línea del núcleo del módulo de estaciones meteorológicas. Únicamente se necesita añadir o modificar la clase específica y sus métodos para dicha API).

El no tener que modificar el núcleo del módulo sino únicamente una clase con unos pocos métodos específicos hace que el módulo sea más fácilmente reutilizable, escalable y mantenible.

En la Figura 9 se puede observar más claramente el concepto de Handler.

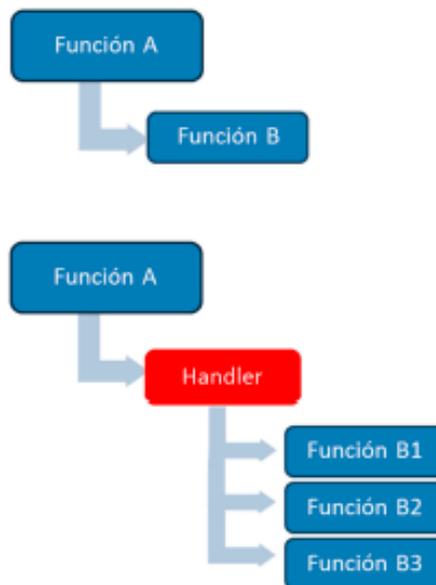


Fig. 9: Concepto de Handler

### 3.5.2 Gestor de colas (Job Manager)

El sistema no puede bloquearse esperando la respuesta de peticiones con carga elevada de trabajo, como pueden ser las peticiones de datos a las diferentes API. Por ello, es necesario un gestor de colas que procese las peticiones y/o tareas en segundo plano sin interferir en el funcionamiento normal del sistema, de forma que se pueda seguir utilizando mientras se delegan tareas pesadas o costosas de las que no necesitamos conocer resultados inmediatos. El gestor de colas elegido para realizar los procesos es Gearman . En el mercado existen soluciones similares a Gearman tales como Apache ActiveMQ, zeromq u OpenAMQ.

Gearman, es un framework<sup>1</sup> de aplicaciones genéricas que da trabajo a múltiples máquinas o procesos. Permite que las aplicaciones completen tareas en paralelo, balanceen la carga de proceso y llamen a funciones entre diferentes lenguajes. El framework puede ser usado en gran variedad de aplicaciones, desde sitios webs de alta disponibilidad hasta los eventos de transporte de eventos de replicación de bases de datos.

En el marco de este TFG, las colas Gearman se hacen uso a la hora de realizar las peticiones a las APIs y procesar los resultados devueltos por éstas, ya que son procesos

<sup>1</sup> Marco de aplicación o conjunto de bibliotecas orientadas a la reutilización a muy gran escala de componentes software para el desarrollo rápido de aplicaciones. El término *framework* tiene una acepción más amplia; es toda una tecnología o modelo de programación que contiene máquinas virtuales, compiladores, bibliotecas de administración de recursos en tiempo de ejecución y especificaciones de lenguajes

que pueden realizarse en segundo plano sin necesidad de intervención ni bloqueo de otros procesos de usuario.

Un claro ejemplo de uso de colas *Gearman* son las redes sociales. Por ejemplo, cuando un usuario sube una foto a Instagram, dicha imagen se procesa en una cola Gearman antes de ser publicada. En Facebook e Instagram, cuando tienen que notificar a uno de sus suscriptores en tiempo real que una nueva foto ha sido publicada, mandan esa tarea a Gearman.

### 3.6 Herramientas

Siguiendo la filosofía de ITERNOVA de utilizar software libre, para el desarrollo de este proyecto se han utilizado los sistemas libres *Linux – Apache – MySQL/MongoDB – PHP* (LAMP), es decir, sistema operativo GNU/Linux, servidor web Apache, bases de datos MySQL y MongoDB y el lenguaje de programación PHP5 (Hypertext Pre-processor) en combinación con otros lenguajes de programación como JavaScript-AJAX, para la generación de formularios y botones dinámicos, y *HyperText Markup Language* (HTML), para la generación del contenido de los informes a implementar, así como el uso de la API (Application Programming Interface) de Google Maps.



Fig. 10 Resumen de las tecnologías utilizadas en el TFG

La Figura 10 recoge el resumen de las tecnologías y software empleados para el desarrollo de este proyecto.

Todo el sistema se ha desarrollado utilizando el entorno de programación Netbeans debido a su versatilidad, fiabilidad, y a que se trata de un IDE (Entorno Integrado de Desarrollo) libre. El control de versiones se ha realizado haciendo uso de Git. Para la gestión de las bases de datos se han utilizado SQLyog y RockMongo respectivamente. Otras tecnologías *open source*<sup>2</sup> utilizadas han sido Bugzilla y Trello para el control de horas y planificación de tareas, Slack para la comunicación interna, DocuWiki y su formato markdown para documentación y ayudas, LibreOffice para la documentación de desarrollo de la empresa y Balsamiq para la realización de los mockups del diseño del sistema.

---

<sup>2</sup> Código libre

## 4. Desarrollo e implementación

Después de plantear y analizar de manera breve los requisitos en el apartado 3 de la memoria, así como las herramientas a usar, se va a explicar el desarrollo llevado a cabo en la realización de este proyecto. La metodología de trabajo se describe en la Figura 11.

La realización de un diseño previo (prototipado) de lo que se va a desarrollar es fundamental en cualquier tipo de proyecto, puesto que ayuda a organizar el trabajo a realizar y sirve de hoja de ruta en el posterior desarrollo. Además, es muy útil tanto para el cliente, como para la empresa.

Por un lado el cliente se hace una idea visual del proyecto, y por otro lado sirve a la empresa como parte del pliego de condiciones, delimitando el desarrollo y evitando posibles discusiones sobre la realización del mismo debido a peticiones del cliente no contempladas. Únicamente se desarrolla lo que se valida.

Para realizar el diseño, se utiliza la herramienta *Balsamiq*<sup>3</sup> para la generación de prototipos.

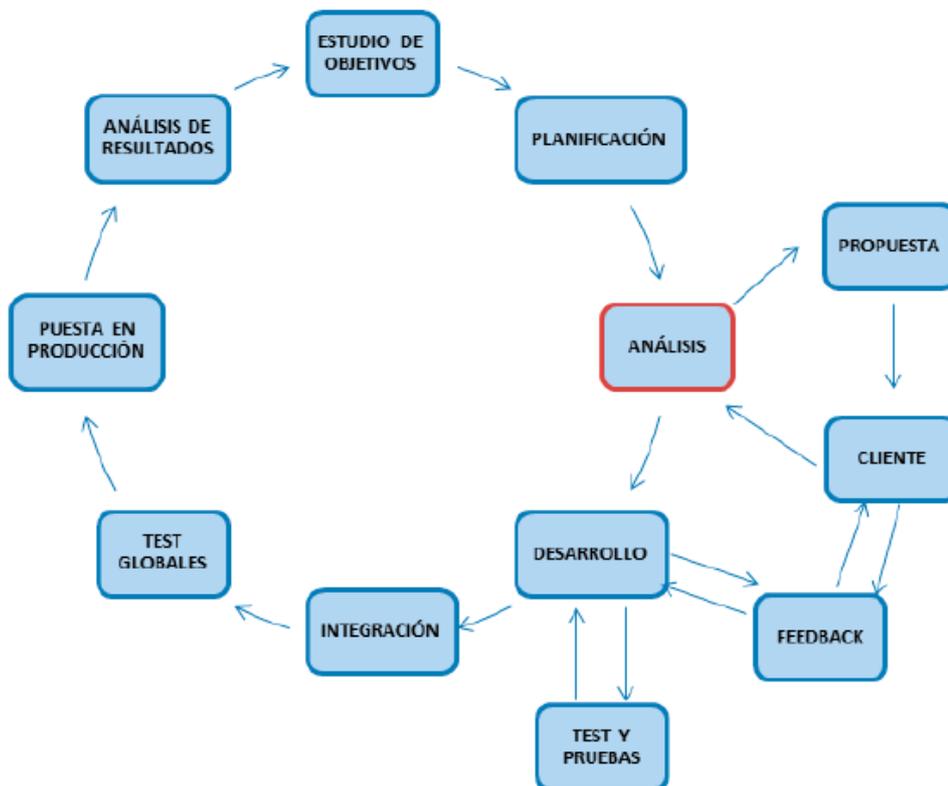


Fig. 11: Metodología de trabajo general

<sup>3</sup> Herramienta de diseño y prototipado.

A la vista del esquema de la metodología de trabajo, vemos que se parte de un estudio de los objetivos lo cual nos lleva a la planificación de las diversas tareas. Una vez conocidas las tareas se realiza el análisis de requisitos teniendo en cuenta las necesidades del cliente que harán que se produzca un cierto feedback o retroalimentación. De esta manera se comienza con el desarrollo de las distintas funcionalidades realizando continuamente diversos test y pruebas para garantizar que el desarrollo es el adecuado en cada momento. La parte de integración, test globales y puesta en producción no han sido del alcance de mi proyecto a la hora del desarrollo sino que será mi director el que las realice para finalmente llegar al análisis de los resultados mediante el cual se ponga de manifiesto todo el trabajo realizado.

## 4.1 Entorno de Desarrollo

El proyecto se ha desarrollado haciendo uso del entorno de desarrollo de *Netbeans*. Se trata de un IDE libre, de código abierto, con soporte para múltiples lenguajes de programación y con una comunidad mundial de usuarios y desarrolladores.

El principal lenguaje de programación utilizado en la empresa, y también en este proyecto, es *PHP*. Es un lenguaje muy conocido, con un repertorio amplio de funciones y extensa documentación en Internet sobre su uso. *HTML* es el lenguaje que se emplea para el desarrollo de páginas de internet, dándoles estructura y contenido. Está compuesto por una serie de etiquetas que el navegador interpreta y da forma en la pantalla, utilizando hojas de estilo en cascada CSS (generadas mediante SASS y ficheros .scss) y el uso del framework bootstrap para construir los interfaces gráficos de usuario. Asimismo, el código HTML generado con diversa información puede utilizarse para generar más adelante documentos y hojas de cálculo compatibles con Word / Excel / PDF mediante las librerías propias de la empresa. Igualmente se utiliza JavaScript + AJAX (mediante framework jQuery principalmente) para la carga de datos asíncronos y actualización de elementos DOM (Document Object Model) de los interfaces de las diferentes pantallas de la aplicación.

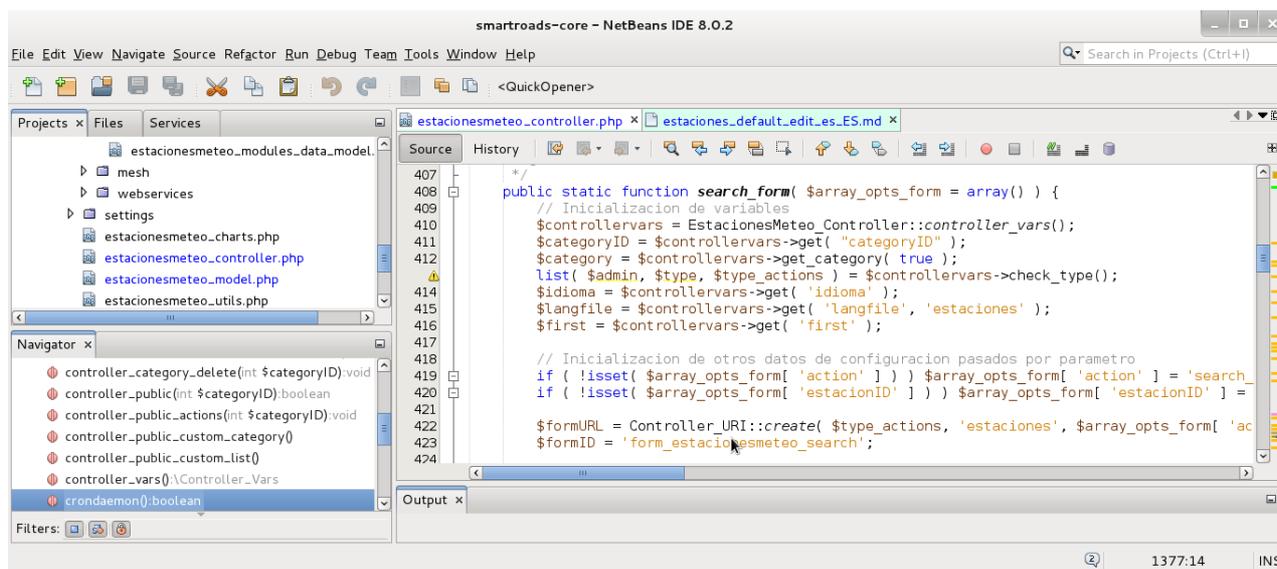


Fig. 12: Entorno de programación Netbeans

El la Figura 12 se muestra el entorno de desarrollo que nos proporciona Netbeans.

El almacenamiento de datos devueltos por las diversas APIs se ha realizado utilizando MySQL, ya que es la base de datos que utiliza principalmente el módulo de estaciones meteorológicas en la actualidad.

MySQL se trata de una base de datos relacional, es decir, un conjunto de una o más tablas estructuradas en registros (líneas) y campos (columnas), que se vinculan entre sí por un campo en común.

Para hacer consultas a las bases de datos o ejecutar sentencias se utiliza el gestor SQLyog (ver Figura 13). Éste nos permite gestionar la información almacenada, editándola, eliminándola o haciendo búsquedas específicas mediante sentencias SQL en el prompt del gestor. Son muy útiles para el depurado cuando se realizan pruebas de test.

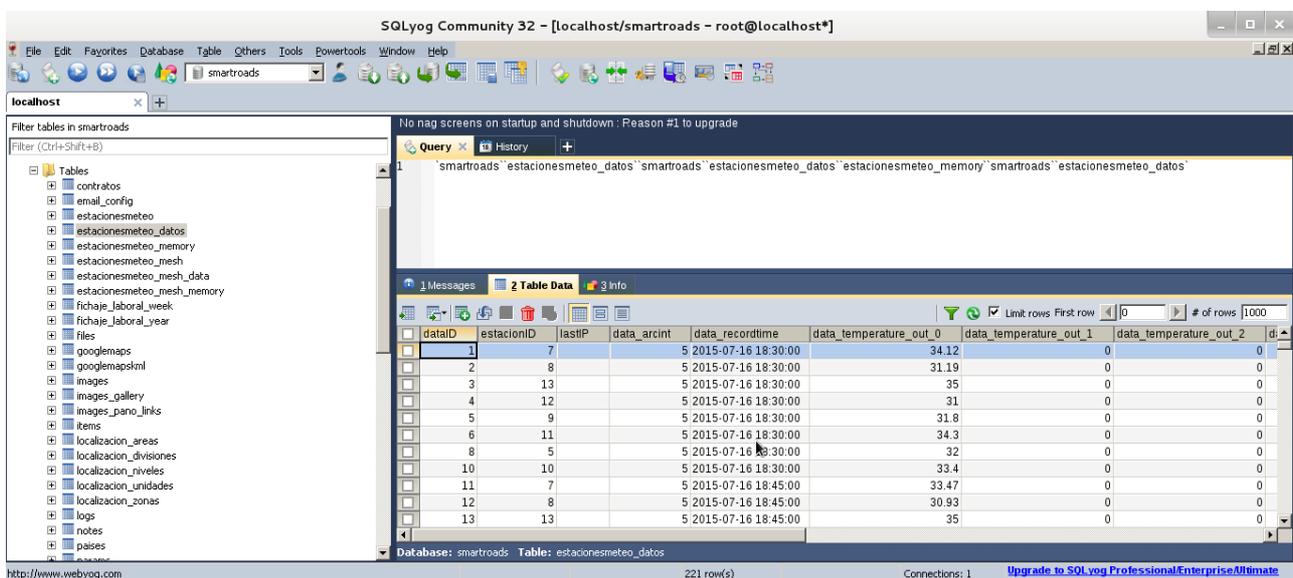


Fig. 13: SQLyog

Asimismo, se utiliza la base de datos MongoDB haciendo uso de RockMongo (Figura 14) para almacenar parámetros de configuración del módulo de estaciones meteorológicas y del resto de módulos del sistema.

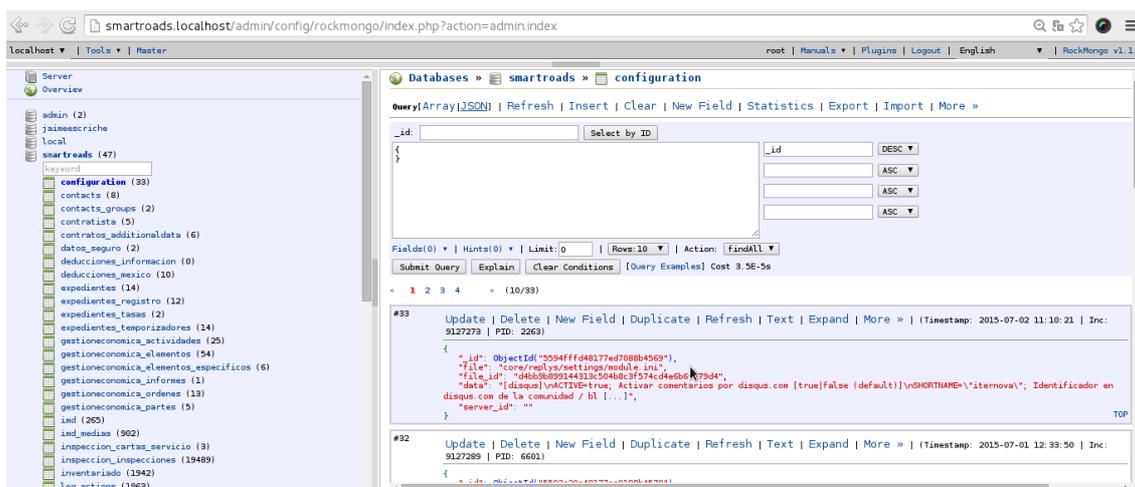


Fig. 14: RockMongo

## 4.2 Módulo de estaciones meteorológicas

Como ya se ha comentado en la introducción de este capítulo, es necesaria la actualización del módulo de estaciones meteorológicas, con nuevos campos, para la correcta gestión de las estaciones virtuales. Aunque el análisis de requisitos de este módulo se ha realizado en la sección 3, se indican los nuevos atributos que se tienen que desarrollar: “API login”, “URL de la API”, “Clave secreta de la API”.

La actualización del módulo conlleva introducir nuevos atributos en el modelo lógico (ver apartado 4.3), añadir nuevos campos de formulario así como en las funciones de control y visualización del módulo. Se realiza también la reestructuración de código mediante handlers. El siguiente esquema da una idea muy clara de cómo estaba el módulo de estaciones meteorológicas antes de dar comienzo con este TFG y de las nuevas funcionalidades introducidas.

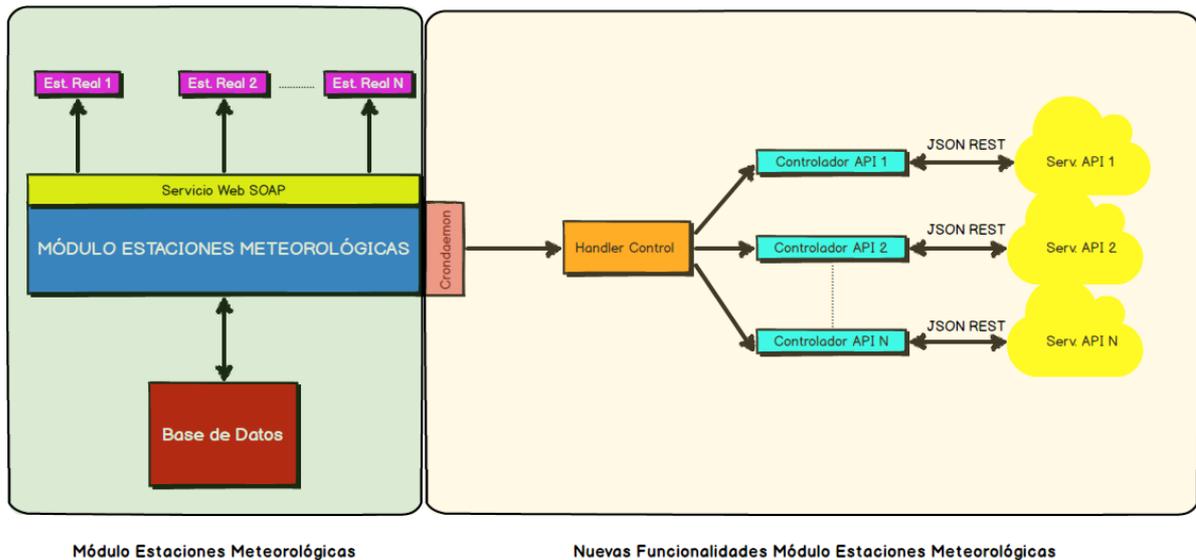


Fig. 15: Estado inicial y modificaciones del módulo de estaciones meteorológicas

Así, a la vista de la Figura 15 vemos claramente como en la parte izquierda de ésta, el módulo de estaciones meteorológicas únicamente contaba con estaciones reales físicas en las que los datos eran enviados mediante servicios web SOAP para ser añadidos al módulo y de esta manera poder actualizar la base de datos. Los servicios web SOAP. Los servicios web SOAP envían datos XML y con ello permiten la comunicación entre procesos pero presentan los inconvenientes de ser más difíciles de configurar y gestionar. Además, son poco flexibles ante cambios, ya que el descriptor del servicio web SOAP (fichero WSDL) indica qué métodos hay disponibles en el servicio web, qué atributos y datos se deben enviar, y cómo debe hacerse, siendo los cambios de cada método costosos.

Aparte, como ya se comentó con anterioridad, la instalación y mantenimiento de las estaciones reales presentaba el gran inconveniente económico. De ahí nació la motivación de este TFG y con ello de la implementación de las nuevas funcionalidades en el módulo.

Las nuevas funcionalidades implementadas en el TFG se muestran en la parte derecha del esquema en el que vemos que tenemos un controlador por cada una de las APIs. El controlador no es más que un fichero PHP con su correspondiente clase encargado de realizar la conexión haciendo uso de la API JSON REST al correspondiente servicio de la API.

De esta manera es como se extraen los datos en formato JSON (a diferencia de los servicios web SOAP que devolvían los datos XML). Estos datos en formato JSON están estructurados y son muy fáciles de leer, tratar y procesar, como si fueran un array, por lo que es un mecanismo de envío de datos muy flexible.

De esta manera, haciendo uso de handlers de control podemos hacer que nuestro módulo sea perfectamente escalable puesto que si las necesidades de nuestro sistema aumentan, será suficiente con aumentar el número de controladores de API. Las peticiones a los diferentes servicios de API se van realizando de manera periódica (5 minutos o 15 minutos) haciendo uso del módulo de crondaemon que nos permite la ejecución de un proceso o método cada cierto periodo de tiempo. Con el fin de no bloquear el sistema y establecer unas prioridades se hace uso de las colas *Gearman* para poder así priorizar las peticiones.

### 4.3 Nuevos atributos en el modelo lógico

El módulo de estaciones meteorológicas presenta un modelo lógico que sirve para gestionar y tratar los modelos de datos y su relación con la base de datos. Así, una vez recibidos los datos de las distintas APIs en formato JSON y el parseo de estos en un array de datos, es necesario realizar un mapeo para de esta manera asignar a las variables de nuestro modelo lógico los valores devueltos por las APIs. A la vista de la Figura 16 vemos que ha sido necesario la inclusión en el modelo lógico de una estación meteorológica de tres nuevos atributos (*api\_url*, *api\_login* y *api\_key*). La *api\_url* es la url a la que nos tenemos que conectar como clientes para recibir los datos. *api\_login* hace referencia al nombre del usuario de la API. La *api\_key* es la clave secreta de la API que obtenemos tras el proceso de registro en ésta. Estos parámetros se usan en la conexión a las APIs para la extracción de datos.

```
private $table = 'estacionesmeteo'; //tabla de la base de datos
public $estacionID = '-1'; // Identificador de estacion meteorologica
public $title = ''; // Titulo o nombre de la estacion
public $description = ''; // Descripcion de la estacion
public $modelo = '-1'; // Identificador del modelo de estacion
public $latitud = ''; //posicion en el mapa: latitud
public $longitud = ''; //posicion en el mapa: longitud
public $ip = ''; // Direccion IP del PC que controla la estacion
public $categoryID = '-1'; // Identificador de categoria donde se encuentra la estacion
public $carreteraID = '-1'; // ID del de la carretera en la que se encuentra la estacion
public $plataformaID = '-1'; // ID del de la plataforma en la que se encuentra la estacion
public $api_url = ''; // url de la API para extracción de datos
public $api_login = ''; // Identificador de uso de la API
public $api_key = ''; // Clave de uso de la API.
```

←→ Nuevos atributos modelo lógico

Fig. 16: Modelo lógico de una estación meteorológica

En la Figura 17, se puede ver el modelo lógico de los parámetros de las estaciones meteorológicas. Estos son los valores que se almacenarán en la base de datos. Así, nuestra labor consiste en ver cuáles de estos parámetros son devueltos por las diferentes APIs para poder mapearlos según corresponda. Entre los parámetros más importantes se encuentra la temperatura exterior ( temperature\_out ) de la cual podemos registrar hasta un total de 4 valores, la humedad ( humidity\_out\_0 ), la dirección del viento ( wind\_dir\_0 ), la velocidad del viento ( wind\_speed\_0), la velocidad máxima del viento ( wind\_speed\_max\_0), el punto de rocío ( dewpoint\_out\_0 ) y la presión ( barometer\_0 ). Generalmente, los valores de estos parámetros principales son devueltos por todas las APIs. Adicionalmente, algunas de ellas devuelven algún valor adicional como por ejemplo la visibilidad.

```

public $localizacion = '';
// Los datos de nombre de posibles GPS y videocamaras asociadas no se encuentran en este servidor (probablemente),
// no se puede hacer peticion mediante LEFT JOIN
public $gpsID = '-1'; // Identificador del GPS asociado (-1 = ninguno), del modulo modules/gps
public $videocamaraID = '-1'; // Identificador de la videocamara asociada (-1 = ninguno), del modulo modules/video
// Otros campos para definir que datos recibe esta estacion meteo
public $temperature_out_0 = true; // Temperatura exterior - sensor 0 (principal)
public $temperature_out_1 = false; // Temperatura exterior - sensor 1 (opcional)
public $temperature_out_2 = false; // Temperatura exterior - sensor 2 (opcional)
public $temperature_out_3 = false; // Temperatura exterior - sensor 3 (opcional)
public $temperature_soil_0 = true; // Temperatura de la calzada - sensor 0 (principal)
public $temperature_soil_1 = false; // Temperatura de la calzada - sensor 1 (opcional)
public $temperature_soil_2 = false; // Temperatura de la calzada - sensor 2 (opcional)
public $temperature_soil_3 = false; // Temperatura de la calzada - sensor 3 (opcional)
public $humidity_out_0 = true; // Humedad exterior - sensor 0 (principal)
public $humidity_soil_0 = false; // Humedad - moisture de la calzada - sensor 0 (principal)
public $humidity_soil_1 = false; // Humedad - moisture de la calzada - sensor 1 (opcional)
public $humidity_soil_2 = false; // Humedad - moisture de la calzada - sensor 2 (opcional)
public $humidity_soil_3 = false; // Humedad - moisture de la calzada - sensor 3 (opcional)
public $wind_dir_0 = true; // Anemometro - Direccion del viento
public $wind_dir_max_0 = false; // Anemometro - Direccion del viento en la racha maxima del ultimo intervalo de ti
public $wind_speed_0 = true; // Anemometro - Velocidad del viento
public $wind_speed_max_0 = false; // Anemometro - Velocidad del viento en la racha maxima del ultimo intervalo de
public $rain_meter_0 = true; // Higrometro - Medicion de lluvia
public $rain_meter_max_0 = false; // Higrometro - Medicion de lluvia maxima durante el ultimo intervalo de tiempo
public $rain_type_0 = false; // Higrometro - Tipo de lluvia (lluvia, granizo, nieve)
public $dewpoint_out_0 = true; // Punto de rocío ambiente (exterior)
public $dewpoint_soil_0 = true; // Punto de rocío de la calzada
public $soil_state_0 = false; // Estado del pavimento (mojado, seco, etc...)
public $visibility_0 = false; // Visibilidad en metros (en funcion de nieblas, etc... visibilidad ambiente)
public $tank_water_0 = false; // Capacidad del tanque de agua
public $tank_salt_0 = false; // Capacidad del tanque de sal / salmuera
public $tank_spray_state_0 = false; // Estado de esparcimiento de agua / sal (activo o no activo)
public $barometer_0 = false; // Barometro - sensor 0 (principal)
public $solar_radiation_0 = false; // Sensor de radiacion solar - sensor 0 (principal)
// Otros campos no almacenables, obtenidos mediante LEFT JOIN, etc...
public $permission = ''; // Nombre del permission asociado a la estacion
public $sector = ''; // Nombre del sector al que se asocia la estacion
public $carretera = ''; // Nombre de la carretera en la que se encuentra la estacion
// Otros campos no almacenables, obtenidos cuando se usa la tabla MEMORY
public $dataID = '-1'; // Identificador de dato recibido
public $lastIP = ''; // Ultima IP conocida del dispositivo
public $data_recordtime = ''; // Fecha y hora del ultimo dato recibido
public $data_temperature_out_0 = 0; // Temperatura ambiente en grados celsius
public $data_temperature_soil_0 = 0; // Temperatura del suelo en grados celsius
public $data_humidity_out_0 = 0; // Humedad ambiente (en %)
public $data_wind_speed_0 = 0; // Velocidad del viento
public $data_rain_meter_0 = 0; // Cantidad de precipitacion (mm)
public $data_rain_type_0 = 0; // Identificador de tipo de precipitacion
public $data_dewpoint_out_0 = 0; // Punto de rocío (ambiente) en grados celsius
public $data_soil_state_0 = '-1'; // Identificador del estado de la calzada (mojado, seco...)

```

Fig. 17: Modelo lógico de los parámetros de las estaciones meteorológica

## 4.4 Test unitarios

La realización de test en entornos controlados es indispensable tras la incorporación o modificación de nuevas funcionalidades. De esta manera se han realizado test de pruebas de los métodos desarrollados. Así, se puede comprobar que las APIs devuelven datos y que además están funcionando como deben.

En nuestro caso, se comprueba que se está realizando la conexión a las diferentes APIs de manera adecuada. Además, se ha usado para detectar que no se estaban devolviendo adecuadamente ciertos parámetros.

Es necesario correr este tipo de test mientras se está desarrollando las distintas funcionalidades del TFG ya que es la mejor manera de comprobar que las diversas funcionalidades desarrolladas, lo hacen de la manera esperada.

Para la realización de dichos test unitarios, se ha hecho uso de la herramienta PHPUnit (ver Figura 18) que se trata de un entorno para realizar pruebas unitarias en el lenguaje de programación PHP. La idea no es otra que la detección de errores en el código para de esta manera poder solventarlos. PHPUnit utiliza assertions<sup>4</sup> para verificar que el comportamiento de una unidad de código es el esperado.

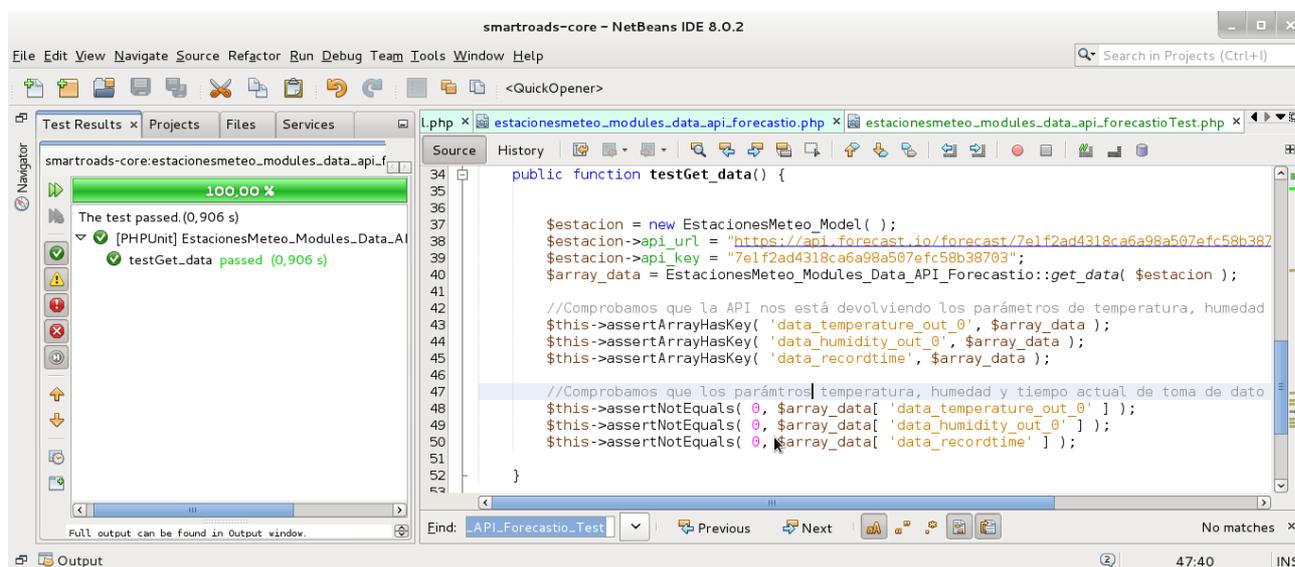


Fig. 18: Test unitarios

<sup>4</sup> Assertions: sentencias usadas en entornos XUnit para comprobar el correcto funcionamiento de funciones implementadas.

## 4.5 Desarrollo del resto de requisitos

En los apartados anteriores se han ido desarrollando la gran mayoría de los requisitos expuestos en el apartado 3 de la memoria. A continuación se va a terminar de analizar el resto de requisitos desarrollando un poco más en detalle cómo se han ido cumpliendo:

- **Requisito 4. Usabilidad (UX)**

A la hora de presentar cualquier tipo de información, es necesario que esta sea fácilmente inteligible y que requiera poco tiempo por parte del usuario para encontrarlo. De esta manera, la situación de partida de presentación en la interfaz web de los resultados de las búsquedas de una estación meteorológica presentaba en ciertas ocasiones la problemática de la devolución de demasiados valores por lo que era necesario por parte del usuario el realizar un gran scroll para encontrar los datos deseados. De esta manera comparando las figuras 19 y 20 se observa como la información aparece manera mucho más compacta en la segunda de éstas. Así, el usuario no tiene que navegar por largas páginas encontrando la información buscada de manera más eficiente.

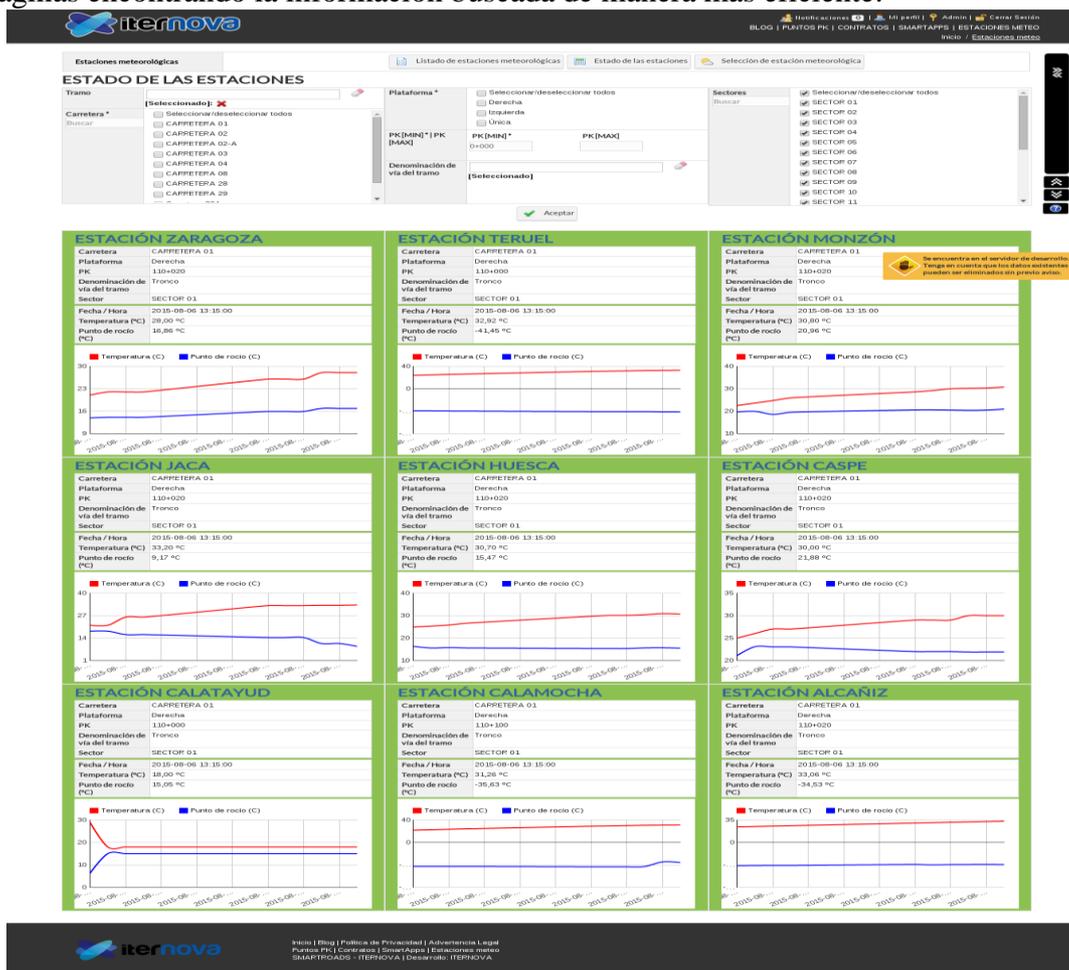


Fig. 19: Visualización de los resultados sin las mejoras de Scroll.

Fig. 20: Visualización de los resultados con las mejoras de Scroll

Se ha usado el framework bootstrap para tener un diseño *responsive* para los diferentes dispositivos como Smartphones, Tablets, etcétera.

De esta manera, los bloques de contenidos que se visualizan en la pantalla variarán en función de la resolución del dispositivo donde se esté obteniendo la información. Por ejemplo, en un Smartphone únicamente aparecerá una columna mientras que en el caso de hacer uso de un ordenador aparecerán hasta 3 columnas tal y como se observa en la figura anterior (Figura 20).

[Notificaciones](#) | [Mi perfil](#) | [Admin](#) | [Cerrar Sesión](#)  
[BLOG](#) | [PUNTOS PK](#) | [CONTRATOS](#) | [SMARTAPPS](#) | [ESTACIONES METEO](#)  
[Inicio](#) / [Estaciones meteo](#)

Estaciones meteorológicas Listado de estaciones meteorológicas | Estado de las estaciones | Selección de estación meteorológica

**Selección de estación meteorológica**

Estación meteorológica: Estación ZARAGOZA

[Seleccionado]: Estación ZARAGOZA [CARRETEFA 01 - Derecha - 110+020] Tronco [SECTOR 01] ✖

[Aceptar](#)

---

**Estación ZARAGOZA**

Estación	Estación ZARAGOZA
Carretera	CARRETEFA 01
Plataforma	Derecha
PK	110+020
Denominación de Via del tramo	Tronco
Sector	SECTOR 01
Fecha / Hora	2015-08-06 09:45:00 [Activa]
Temperatura (°C)	22,00 °C
Punto de rocío (°C)	14,09 °C

**DATOS HISTÓRICOS**

Fecha inicial \*  Hora

Fecha final \*  Hora

⚠ Debe completar los campos obligatorios

[Aceptar](#)

Parámetros disponibles en la estación

Buscar

- Seleccionar/deseleccionar todos
- Temperatura (°C)
- Humedad (%)
- Dirección del viento (°)
- Velocidad del viento (Km/h)
- Precipitaciones (mm)

Fecha / Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Dirección del viento (°)	Velocidad del viento (Km/h)	Precipitaciones (mm)	Punto de rocío (°C)	Visibilidad (m)	Presión atmosférica (Pascales)
2015-08-05 23:45:00	30.000	46.000	140.000	15.000	0.000	17.049	10.000	1012.000
2015-08-06 00:00:00	29.000	48.000	110.000	13.000	0.000	16.815	10.000	1012.000
2015-08-06 00:15:00	29.000	48.000	110.000	13.000	0.000	16.815	10.000	1012.000
2015-08-06 00:30:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-110.000	0.000	0.000
2015-08-06 00:45:00	28.000	51.000	100.000	17.000	0.000	16.860	10.000	1013.000
2015-08-06 01:00:00	27.000	58.000	90.000	15.000	0.000	17.982	10.000	1013.000
2015-08-06 01:15:00	27.000	58.000	90.000	15.000	0.000	17.982	10.000	1013.000
2015-08-06 01:30:00	27.000	58.000	90.000	15.000	0.000	17.982	10.000	1013.000
2015-08-06 01:45:00	26.000	70.000	80.000	13.000	0.000	20.070	10.000	1013.000
2015-08-06 02:00:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 02:15:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 02:30:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 02:45:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 03:00:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 03:15:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 03:30:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 03:45:00	25.000	74.000	80.000	6.000	0.000	20.013	10.000	1014.000
2015-08-06 04:00:00	22.000	65.000	300.000	13.000	0.000	15.080	10.000	1015.000
2015-08-06 04:15:00	22.000	65.000	300.000	13.000	0.000	15.080	10.000	1015.000
2015-08-06 04:30:00	22.000	65.000	300.000	13.000	0.000	15.080	10.000	1015.000
2015-08-06 04:45:00	22.000	65.000	300.000	13.000	0.000	15.080	10.000	1015.000
2015-08-06 05:00:00	21.000	69.000	270.000	11.000	0.000	15.063	10.000	1015.000
2015-08-06 05:15:00	21.000	69.000	270.000	11.000	0.000	15.063	10.000	1015.000
2015-08-06 05:30:00	21.000	69.000	270.000	11.000	0.000	15.063	10.000	1015.000
2015-08-06 05:45:00	21.000	69.000	260.000	7.000	0.000	15.063	10.000	1015.000
2015-08-06 06:00:00	21.000	69.000	260.000	7.000	0.000	15.063	10.000	1015.000
2015-08-06 06:15:00	21.000	64.000	280.000	19.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 06:30:00	21.000	64.000	280.000	19.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 06:45:00	21.000	64.000	280.000	19.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 07:00:00	21.000	64.000	280.000	19.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 07:15:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-110.000	0.000	0.000
2015-08-06 07:30:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-110.000	0.000	0.000
2015-08-06 07:45:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-110.000	0.000	0.000
2015-08-06 08:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-110.000	0.000	0.000
2015-08-06 08:15:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-110.000	0.000	0.000
2015-08-06 08:30:00	20.000	73.000	270.000	11.000	0.000	14.985	10.000	1015.000
2015-08-06 08:45:00	21.000	69.000	270.000	11.000	0.000	15.063	10.000	1015.000
2015-08-06 09:00:00	21.000	64.000	300.000	13.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 09:15:00	21.000	64.000	300.000	13.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 09:30:00	21.000	64.000	300.000	13.000	0.000	13.892	10.000	1015.000
2015-08-06 09:45:00	22.000	61.000	290.000	13.000	0.000	14.091	10.000	1016.000

[Descargar PDF](#) | [Descargar XLS \(MS Excel\)](#) | [Descargar DOC \(MS Word\)](#)

[Inicio](#) | [Blog](#) | [Política de Privacidad](#) | [Advertencia Legal](#)  
[Puntos PK](#) | [Contratos](#) | [SmartApps](#) | [Estaciones meteo](#)  
[SMARTTOOLS](#) - [ITERNOVA](#) | [Desarrollo](#) - [ITERNOVA](#)

Fig. 21: Valores devueltos para la estación de Zaragoza sin hacer uso de las mejoras de usabilidad

ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA “SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWGC) DE ITERNOVA

Jaime Escriche – Jorge Casas

**Estaciones meteorológicas** | Listado de estaciones meteorológicas | Estado de las estaciones | Selección de estación meteorológica

### SELECCIÓN DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Estación meteorológica: [Seleccionado: X]

**ESTACIÓN ZARAGOZA**

Estación	Estación ZARAGOZA
Carretera	CARRETERA 01
Plataforma	Derecha
PK	110+020
Denominación de vía del tramo	Tronco
Sector	SECTOR 01
Fecha / Hora	2015-08-06 16:30:00 [Activa]
Temperatura (°C)	33,00 °C
Punto de rocío (°C)	19,05 °C

**DATOS HISTÓRICOS**

Fecha inicial: 2015-08-06 22:30  
 Fecha final: 2015-08-06 16:30

Parámetros disponibles en la estación:

- Temperatura del pavimento (°C)
- Humedad (%)
- Humedad del pavimento (%)
- Dirección del viento (°)
- Velocidad del viento (Km/h)
- Precipitaciones (mm)

**Gráficos:**

- Temperatura (C): Gráfico de líneas que muestra un aumento de temperatura desde las 12:30 hasta las 16:00.
- Humedad (%): Gráfico de líneas que muestra fluctuaciones de humedad, con un pico a las 14:30.

Fecha / Hora	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Dirección del viento (°)	Velocidad del viento (Km/h)
2015-08-06 12:30:00	26,000	54,000	0,000	0,000
2015-08-06 12:45:00	28,000	51,000	80,000	6,000
2015-08-06 13:00:00	28,000	51,000	80,000	6,000
2015-08-06 13:15:00	28,000	51,000	80,000	6,000
2015-08-06 13:30:00	28,000	51,000	80,000	6,000
2015-08-06 13:45:00	30,000	52,000	90,000	17,000
2015-08-06 14:00:00	30,000	52,000	90,000	17,000
2015-08-06 14:15:00	30,000	52,000	90,000	17,000
2015-08-06 14:30:00	30,000	52,000	90,000	17,000

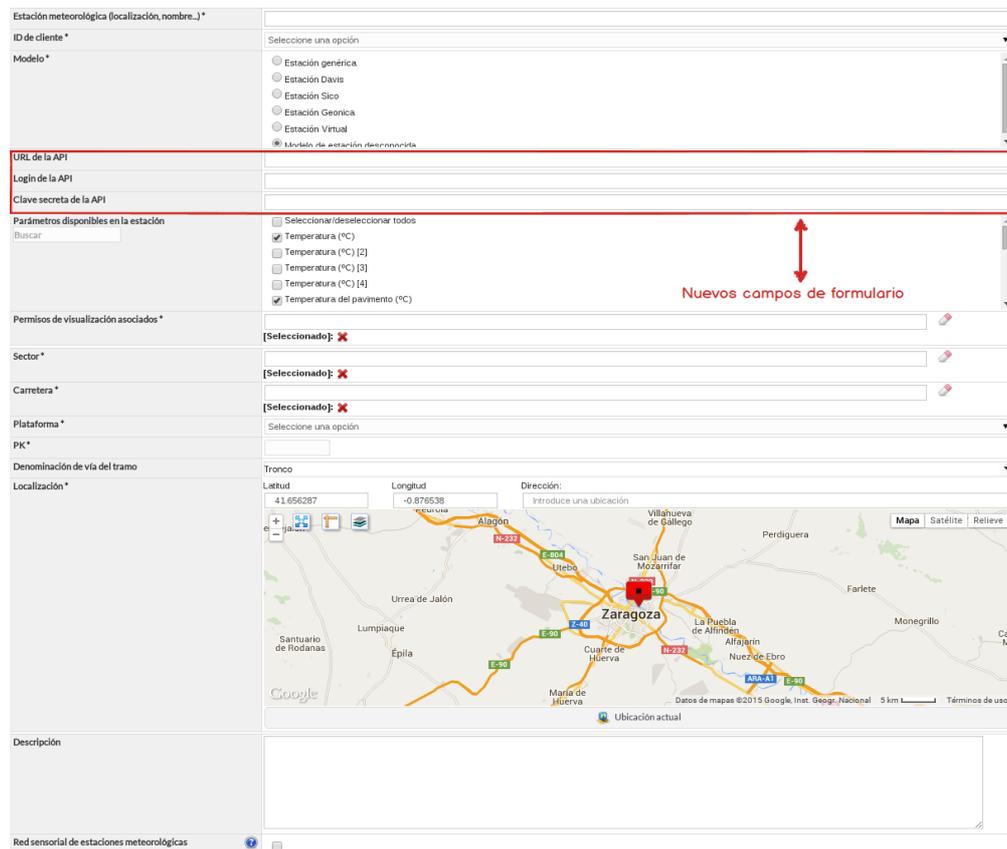
**Footer:** Inicio | Blog | Política de Privacidad | Advertencia Legal | Puntos PK | Contratos | SmartApps | Estaciones meteo | SMARTROADS - ITERNOVA | Desarrollo: ITERNOVA

Fig. 22: Valores devueltos para la estación de Zaragoza introduciendo las mejoras de usabilidad

De esta manera, comparando las figuras 21 y 22 se puede observar cómo tanto a la hora de la visualización de las diversas gráficas como en las tablas de datos devueltos se ha introducido un scroll que hace la búsqueda más eficiente para el usuario.

- **Requisito 10. Añadir campos de formulario en el formulario de configuración de estaciones meteorológicas.**

A la hora tanto del registro de una nueva estación como de su edición, es necesario rellenar los campos de formulario explicados en los apartados 3.2 y 3.3. Así, al incorporar las mejoras en el módulo mediante el uso de estaciones virtuales a través de las APIs JSON/REST fue necesario incorporar tres nuevos campos de formulario (URL de la API, login de la API, clave secreta de la API) tal y como se puede observar en la figura 23. La obtención de dichos parámetros ya se explicó en detalle en el apartado 3.4 de la memoria. De esta manera el módulo se podrá usar tanto haciendo uso de las estaciones reales (estado inicial del módulo) como de las virtuales (mejora realizada en el presente TFG). En el caso de que se trate de una estación real no será necesario especificar dichos parámetros.



The image shows a web form for configuring a meteorological station. The form is divided into several sections. The 'URL de la API', 'Login de la API', and 'Clave secreta de la API' fields are highlighted with a red border. A red double-headed arrow points to these three fields with the text 'Nuevos campos de formulario' (New form fields). Other fields include 'Estación meteorológica (localización, nombre.)', 'ID de cliente', 'Modelo', 'Parámetros disponibles en la estación', 'Permisos de visualización asociados', 'Sector', 'Carretera', 'Plataforma', 'PK', 'Denominación de vía del tramo', 'Localización', and 'Descripción'. A map of Zaragoza is visible at the bottom of the form.

Fig. 23: Nuevos campos de formulario en el registro/edición de una estación meteorológica

- **Requisito 12. Generar métodos de handler cumpliendo los requisitos anteriores (reutilizabilidad, escalabilidad y fácil mantenimiento).**

El módulo de estaciones meteorológicas cuenta con una clase controladora de dicho módulo (EstacionesMeteo\_Modules\_Data\_Controller) desde la cual se gestionan todos los datos recibidos de las distintas estaciones meteorológicas registradas en el sistema. Así, es desde aquí, desde donde se controlan y gestionan las diversas APIs. Para ello, se ha generado un nuevo método en el cual se realiza la búsqueda en la base de datos del sistema de las estaciones virtuales y para cada una de ellas se llama a un método controlador de handler para cada tipo de API. De esta manera, se consigue cumplir con los propósitos de reutilizabilidad, escalabilidad y fácil mantenimiento.

## 5. Resultados

El contexto del TFG desarrollado en la empresa ITERNOVA S.L partía de la plataforma SWGC y dentro de ésta, del módulo de estaciones meteorológicas. Así, el procedimiento de trabajo partía de un módulo ya desarrollado por la empresa y a partir de éste, se procedía al análisis, desarrollo e implementación de nuevas funcionalidades. Con ello, se debían cumplir los requisitos indicados en el apartado 3 y explicados en mayor medida posteriormente.

Tras las mejoras realizadas en el módulo, éste posee actualmente una potencialidad mucho mayor de la que disponía con anterioridad puesto que haciendo uso de los servicios de las APIs podemos extraer información de interés de cualquier lugar en cualquier instante de tiempo sin la necesidad de instalación de una estación física suponiendo todo ello unas ventajas económicas de gran interés de cara al cliente. Las mejoras en el módulo también permitirán realizar una mejor gestión de la vialidad pudiendo así realizar actuaciones preventivas para optimizar los recursos y prevenir posibles problemas en lugares especialmente vulnerables como puedan ser puentes y puertos de montaña. Todo ello hará, que se consiga una mejora en la seguridad vial de las carreteras gestionadas.

Como ejemplo de aplicación, dichas mejoras se incluirán tras la conclusión del desarrollo del proyecto en el entorno de producción de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón ([carreterasaragon.com](http://carreterasaragon.com)) y podría ser también de gran uso en un futuro en las carreteras y autopistas que gestiona la empresa en México.

Así, se han analizado todas las mejoras incluidas y los resultados de mejora del módulo por lo que nos queda adentrar en el concepto de handler mencionado en diversas ocasiones anteriormente y también analizar las limitaciones que actualmente presenta el modulo tras las modificaciones.

En la figura 24, vemos el listado de estaciones virtuales. Para obtener más información de cada una de ellas se puede acceder y así visualizar los datos devueltos para cada una de las estaciones

**Listado de estaciones meteorológicas**

Estación	Carretera	Plataforma	PK	Denominación de vía del tramo	Sector	Fecha de actualización	Temperatura (°C)	Punto de rocío (°C)	Estado
Estación TERUEL	CARRETERA 01	Derecha	112+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	27,17	-42,35	
estación CALAMOCHA	CARRETERA 01	Derecha	110+100	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	0,00	-110,00	
Estación ZARAGOZA	CARRETERA 01	Derecha	110+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	33,00	10,00	
estación CASPE	CARRETERA 01	Derecha	110+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	31,00	10,00	
estación MOHIZÓN	CARRETERA 01	Derecha	110+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	33,70	10,00	
estación HUESCA	CARRETERA 01	Derecha	110+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	34,30	11,94	
estación JACA	CARRETERA 01	Derecha	110+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	31,20	12,93	
Estación ALCAÑIZ	CARRETERA 01	Derecha	110+020	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	0,00	-110,00	
estación CALATAYUD	CARRETERA 01	Derecha	110+000	Tronco	SECTOR 01	2015-07-23 17:15:00	32,00	11,64	

9 Resultados

Fig. 24: Módulo de estaciones meteorológicas (estaciones virtuales configuradas)

## 5.1 Handlers

El uso de handlers (o enrutadores) permitiendo la conexión a las distintas APIs, recepción de datos en formato JSON, parseo y mapeo de los datos recibidos y por último almacenamiento de éstos queda más que justificado a la vista de los gráficos siguientes (Fig. 25 y Fig. 26) puesto que como se puede observar en la información aportada, la conexión en cada uno de los casos se realiza a dos APIs distintas (api.forecast.io y api.worldweatheronline.com). De esta manera los datos devueltos por las distintas APIs no tienen por qué coincidir ni en el formato ni tampoco en la cantidad de éstos. Por lo tanto, queda justificado el uso de handlers a la hora de una mejor gestión, mantenimiento y escalabilidad del módulo.

Estaciones meteorológicas
Listado de estaciones meteorológicas
Registrar nueva estación meteorológica

### Estación ZARAGOZA

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Estación</td><td>Estación ZARAGOZA</td></tr> <tr><td>Identificador de estación</td><td>5</td></tr> <tr><td>URL de la API</td><td>http://api.worldweatheronline.com/free/v2/weather.ashx?q=41.669909%2C%20-0.894299&amp;format=json&amp;num_of_days=5&amp;key=c11890c798aac7ee712d929859b25</td></tr> <tr><td>Login de la API</td><td></td></tr> <tr><td>Clave secreta de la API</td><td>c11890c798aac7ee712d929859b25</td></tr> <tr><td>ID de cliente</td><td>1</td></tr> <tr><td>Permisos de visualización asociados</td><td>T3</td></tr> <tr><td>Carretera</td><td>CARRETERA 01</td></tr> <tr><td>Plataforma</td><td>Derecha</td></tr> <tr><td>PK</td><td>110+020</td></tr> <tr><td>Denominación de vía del tramo</td><td>Tronco</td></tr> <tr><td>Sector</td><td>SECTOR 01</td></tr> <tr><td>Lat/Lng</td><td>41.669909,-0.894299</td></tr> </table>	Estación	Estación ZARAGOZA	Identificador de estación	5	URL de la API	http://api.worldweatheronline.com/free/v2/weather.ashx?q=41.669909%2C%20-0.894299&format=json&num_of_days=5&key=c11890c798aac7ee712d929859b25	Login de la API		Clave secreta de la API	c11890c798aac7ee712d929859b25	ID de cliente	1	Permisos de visualización asociados	T3	Carretera	CARRETERA 01	Plataforma	Derecha	PK	110+020	Denominación de vía del tramo	Tronco	Sector	SECTOR 01	Lat/Lng	41.669909,-0.894299	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <b>Modelo</b> Estación Virtual                 </td> <td style="width: 50%;"> <b>Parámetros disponibles en la estación</b>                      Temperatura (°C)                      Temperatura del pavimento (°C)                      Humedad (%)                      Dirección del viento (°)                      Velocidad del viento (Km/h)                      Precipitaciones (mm)                      Punto de rocío (°C)                      Punto de rocío del pavimento (°C)                 </td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Descripción</b></td> </tr> </table>	<b>Modelo</b> Estación Virtual	<b>Parámetros disponibles en la estación</b> Temperatura (°C) Temperatura del pavimento (°C) Humedad (%) Dirección del viento (°) Velocidad del viento (Km/h) Precipitaciones (mm) Punto de rocío (°C) Punto de rocío del pavimento (°C)	<b>Descripción</b>	
Estación	Estación ZARAGOZA																														
Identificador de estación	5																														
URL de la API	http://api.worldweatheronline.com/free/v2/weather.ashx?q=41.669909%2C%20-0.894299&format=json&num_of_days=5&key=c11890c798aac7ee712d929859b25																														
Login de la API																															
Clave secreta de la API	c11890c798aac7ee712d929859b25																														
ID de cliente	1																														
Permisos de visualización asociados	T3																														
Carretera	CARRETERA 01																														
Plataforma	Derecha																														
PK	110+020																														
Denominación de vía del tramo	Tronco																														
Sector	SECTOR 01																														
Lat/Lng	41.669909,-0.894299																														
<b>Modelo</b> Estación Virtual	<b>Parámetros disponibles en la estación</b> Temperatura (°C) Temperatura del pavimento (°C) Humedad (%) Dirección del viento (°) Velocidad del viento (Km/h) Precipitaciones (mm) Punto de rocío (°C) Punto de rocío del pavimento (°C)																														
<b>Descripción</b>																															

Mapa | Satélite | Relieve | 8 Calle Andador Pilar Cuartero, Zaragoza, Aragón  
La dirección es aproximada.

© 2015 Google | Términos de uso | Informar de una incidencia

SMARTROADS - ITERNOVA | ITERNOVA

Fig. 25: Ejemplo de estación meteorológica virtual Teruel

Estaciones meteorológicas [Listado de estaciones meteorológicas](#) [+ Registrar nueva estación meteorológica](#)

### estación TERUEL

Estación	estación TERUEL	Modelo	Estación Virtual
Identificador de estación	14	Parámetros disponibles en la estación	Temperatura (°C) Temperatura del pavimento (°C) Humedad (%) Dirección del viento (°) Velocidad del viento (Km/h) Precipitaciones (mm) Punto de rocío (°C) Punto de rocío del pavimento (°C)
URL de la API	https://api.forecast.io/forecast/7e1f2ad4318ca6a98a507efc58b38703/40.342863,1.107120	Descripción	
Login de la API			
Clave secreta de la API	7e1f2ad4318ca6a98a507efc58b38703		
ID de cliente	1		
Permisos de visualización asociados	T3		
Carretera	CARRETERA 01		
Plataforma	Derecha		
PK	110+000		
Denominación de vía del tramo	Tronco		
Sector	SECTOR 01		
Lat/Lng	40.342863,-1.10712		

Fig. 26: Ejemplo de estación meteorológica virtual Zaragoza

## 5.2 Limitaciones a la hora de la extracción de datos

Como bien se ha explicado a lo largo de la memoria, los datos meteorológicos que se van almacenando en la base de datos del sistema haciendo uso de las APIs JSON/REST, dependen de terceros puesto que son enviados de manera periódica. Nuestra labor es conectarnos para de esta manera recibir los datos, parsearlos y mapearlos para por último almacenarlos en el sistema. Así, tenemos una dependencia total y absoluta de las APIs a las que nos conectamos y en caso de que éstas dejen de enviar datos nosotros no podemos obtener dicha información. De esta manera, debido a apagones de luz o sobrecarga de las estaciones meteorológicas, o sobrepasar el número máximo de peticiones diarias a la API, podemos tener problemas a la hora de recibir los datos.

Además, como en muchas ocasiones los datos devueltos por las APIs provienen de estaciones reales que están continuamente enviando datos a un servidor central, puede ocurrir que alguna de estas estaciones deje de funcionar temporalmente. A la vista de la Figura 27 se puede comprobar este suceso ya que durante algún periodo pequeño de

tiempo vemos que los valores devueltos por la API son nulos. Por tanto, habrá que escoger cuidadosamente las estaciones meteorológicas remotas para minimizar estos casos.

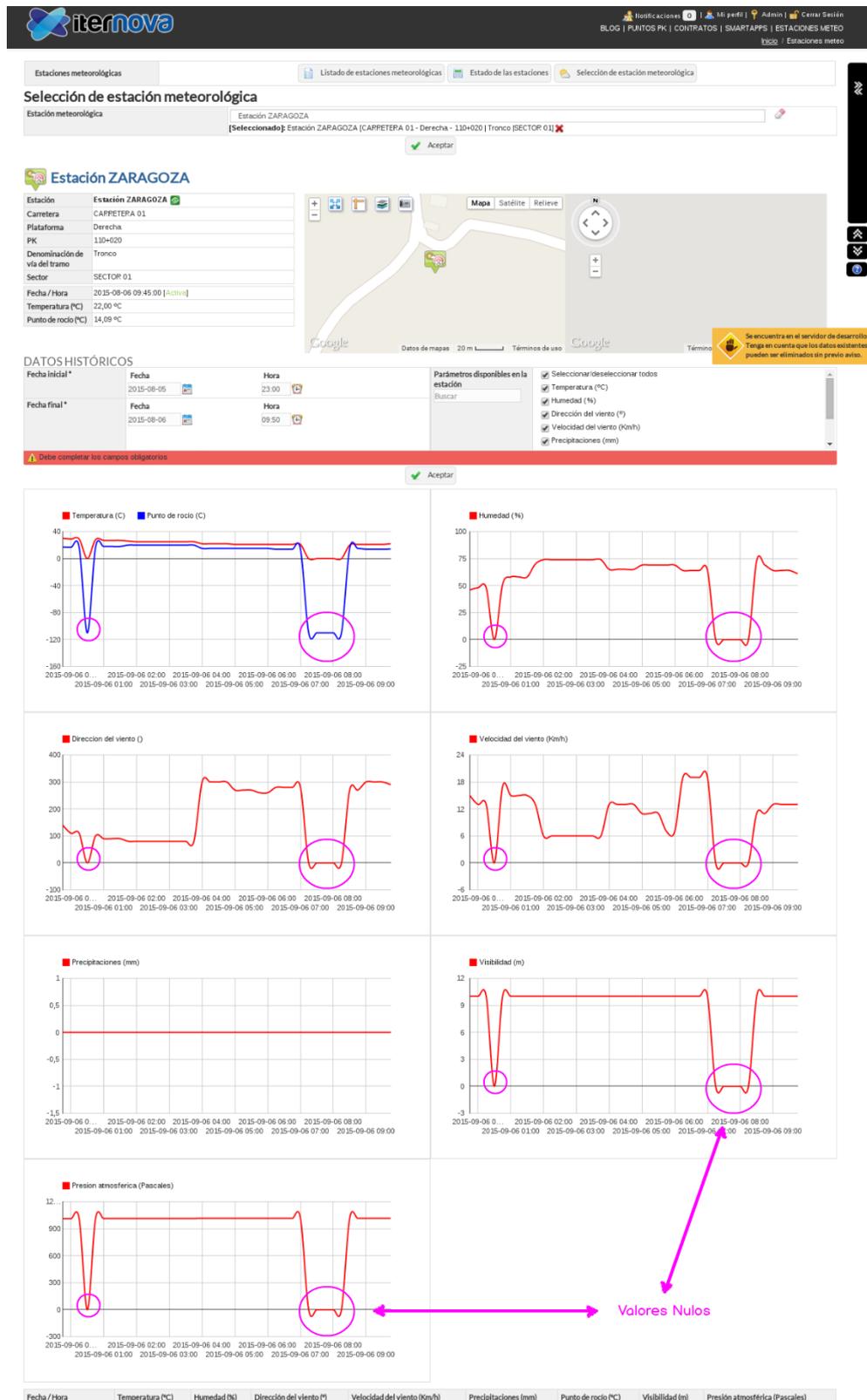


Fig. 27: Limitaciones APIs

ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA “SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWG) DE ITERNOVA

## 6. Conclusiones y líneas futuras

### 6.1 Conclusiones generales

Tras la realización del presente TFG se ha conseguido mejorar el módulo de estaciones meteorológicas perteneciente al SWGC de ITERNOVA.

Los objetivos se han cumplido y tras un periodo de pruebas de las nuevas funcionalidades introducidas, el módulo de estaciones meteorológicas ha sido mejorado para poder aportar a los clientes de la empresa todos los beneficios del uso de las estaciones virtuales para la extracción de datos meteorológicos en tiempo real. Dichas mejoras se encuentran instaladas en la actualidad en la Demarcación de Carreteras del Estado de Aragón, controlando 2200 km de la red autonómica.

Se han desarrollado nuevas técnicas (uso de handler, gestor de colas Gearman, gestión de tareas periódicas) que también se están implantando en otros módulos del SWGC.

El trabajo me ha permitido conocer el framework de ITERNOVA S.L y los distintos módulos presentes dentro de éste aunque el TFG se ha centrado en el de estaciones meteorológicas remotas complementándose en ciertas ocasiones con otros módulos para poder realizar ciertas tareas por ejemplo las peticiones periódicas a las distintas APIs.

Además, en el ámbito personal, la realización de este proyecto me ha aportado un gran conocimiento adicional sobre el mundo de la empresa y el trabajo en equipo a la hora de realizar cualquier tipo de desarrollo.

La introducción de las mejoras al módulo permite a ITERNOVA ofrecer los datos meteorológicos en tiempo real de cualquier lugar y esto supone una grandísima ventaja con respecto al estado anterior del módulo porque la instalación de las estaciones reales resultaba realmente costosa para el cliente y por lo tanto se disponía de datos de muchos menos lugares de los que se tienen en la actualidad.

Además, cabe destacar la potencialidad del uso de las APIs puesto que permite la escalabilidad del sistema haciendo uso de tantas de éstas como sean necesarias para recibir los datos necesarios en tiempo real.

## 6.2 Conclusiones personales y profesionales

Con la realización de este TFG se han afianzado y adquirido conocimientos de muy diversas áreas y se ha desarrollado una metodología de trabajo acorde con las necesidades del citado proyecto.

Los conocimientos adquiridos serán de gran utilidad de cara a un futuro próximo cuando decida dar por finalizados mis estudios y dar el paso al mundo empresarial puesto que las tecnologías empleadas en el desarrollo de este proyecto están muy presentes en el mercado laboral.

Entre otros, se han obtenido grandes conocimientos sobre el desarrollo web y con ello la programación en diversos lenguajes como PHP, HTML y JavaScript. También, realizar consultas a bases de datos SQL, el uso de la API de GoogleMaps y de las API JSON/REST.

He aprendido metodologías de trabajo muy importantes en el mundo de la empresa como son el control de versiones de la programación, la generación de mockups de diseño que me servirán de complemento de formación y serán muy útiles en mi futura vida profesional.

Este proyecto también me ha aportado la experiencia de trabajar en equipo con un amplio grupo de desarrolladores, todos ellos dirigidos por un director técnico y la necesidad de formarse en el framework que se vaya a utilizar en cada proyecto, el uso de librerías y la consulta en la bibliografía y documentación disponible.

A nivel personal, muy satisfecho con el trabajo realizado puesto que me ha permitido ganar experiencia en un gran ambiente de trabajo sabiendo de antemano que las mejoras realizadas en el módulo han aumentado la potencialidad de éste y con ello las prestaciones que podrá ofrecer la empresa a sus clientes.

### 6.3 Líneas de desarrollo futuras

El SWGC se encuentra en continua evolución, ofreciendo mejoras que hacen cada vez más eficaz la obtención y el tratamiento de la información para la gestión de las infraestructuras viarias.

Estas mejoras se determinarán tras un uso prolongado del sistema según las necesidades que surjan en los clientes de la empresa.

La realizada en este TFG permite aumentar las funcionalidades de la plataforma según las necesidades de los potenciales clientes. Algunos de los campos en los que se espera trabajar en el futuro son:

- Hacer uso de los datos obtenidos, para mediante triangulaciones encontrar la temperatura en un punto concreto a partir de las estaciones más cercanas a éste.
- Mejorar las visualizaciones mediante mapas de calor para los diferentes parámetros.
- Hacer proyecciones futuras según modelos meteorológicos para poder prevenir inclemencias meteorológicas y generar alertas.
- Complementar otros módulos como el de accidentalidad o el de agenda de tareas de vialidad con los datos meteorológicos del punto en el que sucede la incidencia permitiendo generar informes más completos.
- Integrar con el sistema de SmartFacilities (gestión de instalaciones como invernaderos, naves industriales, museos) para el control de la temperatura, humedad.
- Integración de capas de radar y de diversos modelos meteorológicos.
- Integración del modelo en entornos meteorológicos como sensores en las quitanieves para saber las condiciones de los lugares por donde pasan éstas.

## 7. Bibliografía

- [1] API [https://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz\\_de\\_programaci%C3%B3n\\_de\\_aplicaciones](https://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_de_programaci%C3%B3n_de_aplicaciones)
- [2] Ejemplo de sentencias MySQL <http://www.artfulsoftware.com/infotree/queries.php>
- [3] Netbeans: <https://netbeans.org/>
- [4] Balsamic: <https://balsamiq.com/>
- [5] Introducing JSON: <http://www.json.org/>
- [6] Gearman: <http://gearman.org/>
- [7] Chodorow, K. (April 2011). *50 Tips and Tricks for MongoDB Developers*. United States: O'Reilly Production Services.
- [8] Chodorow, K. (February 2011). *Scaling MongoDB*. Sebastopol: O'Reilly Media .
- [9] E.Sweat, J. (2005). *php architect's Guide to PHP Design Patterns*. Canada: php architect nanobooks.
- [10] Ianagan, D. (December 2010). *jQuery Pocket Reference*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- [11] Francia, S. (2012). *MongoDB and PHP*. Sebastopol: O'Reilly Media .
- [12] Harwani, B. (2010). *jQuery Recipes*. apress.
- [13] Lengstorf, J. (2010). *Pro PHP and jQuery*. apress.
- [14] McFarland, D. S. (October 2011). *JavaScript & jQuery*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- [15] Ramsey, D. S. (October 2006). *php architect's Zend PHP Certification Study Guide*. Canada.
- [16] Sklar, D. A. (2002). *PHP Cookbook*. O'Reily.
- [17] *Toda la documentación de MySQL*. <http://www.mysql.com>
- [18] ITERNOVA: <https://www.iternova.net/>

# Anexos

## A1. SWGC

El SWGC se trata del primer Sistema Web SCADA desarrollado para la gestión de la Conservación y Explotación de Carreteras, e implantado a nivel nacional.

El sistema plantea un importante salto cualitativo en la gestión de la explotación de carreteras, permitiendo acceder a toda la información de las mismas de una forma integrada.

- Se trata de un Sistema Web multidispositivo en código libre (no requiere de licencias ni mantenimientos), modular (se adapta a las necesidades de cualquier demarcación) y multiusuario (con diferentes roles de acceso a la información)
- El sistema está basado en el concepto de *Software as a Service* (SaaS), pudiendo ser adaptado a las necesidades de cada cliente.

El innovador sistema desarrollado, integra de una forma optimizada la gestión de todos los elementos de interés de las carreteras y está formado por los siguientes módulos:

- **Módulo para la gestión de las actividades de conservación.** Entre ellas, el inventariado de elementos de las carreteras y las inspecciones visuales.
- **Módulo para la gestión de las actividades de rehabilitación.** Auscultaciones a realizar, inventariado de firmes, informes y análisis de datos.<sup>4</sup>
- **Módulos para la gestión de las actividades de vialidad.** Dentro de éste, se incluye la agenda de vialidad.
- **Módulo para la gestión de las actividades de seguridad vial.** Dentro de éste, se encuentran el submódulo de *tramos de concentración de accidentes* (TCA). Gestiona los accidentes con víctimas que se produzcan en la vía, para poder generar informes de accidentalidad de los distintos tramos de carretera para poder tomar las medidas oportunas, que consigan reducirlos.
- **Instrumentos para la toma de decisiones (ITS).**
- **Módulo de gestión de expedientes.**
- **Módulo de gestión económica.**
- **Aplicación móvil.** Permite la toma de datos por parte de los operarios de campo, en tiempo real.

A continuación se va a proceder al análisis de los módulos explicando más en detalle las funcionalidades de cada uno de ellos.

## 1) Módulo para la gestión de las actividades de conservación

El módulo permite disponer de un listado completo con todos los elementos de la carretera, todas sus características, la información de las revisiones y actuaciones que se han realizado sobre el mismo y su estado de mantenimiento.

- Fichas de los elementos: Cada elemento del inventario cuenta en el sistema con una ficha completa donde se definirán las características del mismo: Información del elemento, Vista sobre mapa, Imágenes, Ficheros adjuntos, Inspecciones e indicadores de estado, Valoraciones económicas de mejora, Actuaciones a realizar y realizadas.
- Puntos de interés geolocalizados: Permite conocer la ubicación de todos los puntos de interés de las carreteras, cuya información se puede consultar a través de los formularios de búsqueda del sistema, con los filtros correspondientes.
  - Junto con todo lo relativo a la información de los elementos de inventariado propios de la carretera, como señales, el sistema almacenará toda la información relativa a carreteras, poblaciones de referencia, puntos kilométricos, puntos singulares, puntos con restricción, instalaciones, fotografías aéreas, etc.
- Opciones que permite el módulo: Desde el módulo de inventario se permite la consulta y actualización de los elementos del inventario que están asociados a las carreteras:
  - Búsqueda de puntos: se permite hacer un filtrado de los datos de inventario por ciertos criterios.
  - Consultar detalles de un elemento del inventario: permite ver la información completa de cada elemento del inventario ya registrado.
  - Conocer los elementos del inventariado que no cumplen los estándares mínimos de calidad demandados (y tienen que ser inspeccionados)
  - Registrar nuevos elementos de inventario

A la vista de la Figura 28 se puede observar la información de un elemento del inventariado. Esta información incluye las características, localización y estado actual de conservación.

### Inventario - Señal vertical

#### INFORMACIÓN DETALLADA DEL OBJETO

Descripción	
Tipo de objeto	Señal vertical
Código	2
Carretera	MAZATLAN - R303
Tramo	MAZATLAN - R303 - CPO A [ MAZATLAN - R303 ] PK: 0-400
Índice de estado	79.50

Referenciación longitudinal	
PK inicial	0-400
Hito kilométrico inicial	0
Distancia al hito kilométrico inicial	400
Latitud/Longitud inicial	19.826673674225 / -98.879609445237
Altitud inicial	0
Referenciación longitudinal	Sin definir

Referenciación transversal	
Cuerpo	Cuerpo A
Ámbito	Parcial
Lado	Derecho
Orientación	Ascendente

Observaciones	
Observaciones	Fuente de roña. Buen estado

Valores específicos			
Tipo de señal	Señal baja	Material	
Estructura del soporte	No definida	Fabricante	
Clasificación funcional	Señal restrictiva	Año de fabricación	0
Legenda	1.1 Favorecedor de la SAE	Fecha de instalación	
Alto (cm)	117	Tipo de sustentación	
Ancho (cm)	117	Material de sustentación	
Superficie (m2)	0	Vaina	No
Altura (cm)	0	Número de postes	0
Reflectancia	0		

Inspecciones realizadas al elemento					
Descripción	Índice de estado	PK inicial	PK final	Fecha	Ver
Ámbito: Parcial Lado: Derecho Orientación/Visibilidad: Ascendente Carretera: MAZATLAN - R303 Cuerpo: Cuerpo A	79.50	0-400	0-400	30/07/2012	

Fig. 28: Información de un elemento del inventariado (características, localización, estado actual de conservación)

En la Figura 29 se muestra la interfaz de registro de nuevos elementos de inventariado. En la parte izquierda se encuentra el visor de imágenes de la carretera y debajo de éste, el listado con los distintos elementos posibles clasificados por tipos (balizamiento, delimitador, señal vertical...). Además, en la parte derecha aparecen los elementos ya inventariados en un radio pequeño al punto en cuestión. Por último, aparece el formulario para la introducción de los datos relativos al elemento en cuestión.

Fig. 29: Interfaz de registro de nuevos elementos de inventariado

La Figura 30 muestra el formulario de búsqueda de puntos. Haciendo uso de éste, se pueden filtrar datos de interés en función de las necesidades.

Fig. 30: Formulario de búsqueda de puntos

## 2) Módulo para la gestión de las actividades de rehabilitación

### ➤ Auscultaciones a realizar

El módulo de auscultaciones permite programar y controlar de una forma eficaz la realización de las auscultaciones a realizar, contando con las siguientes funcionalidades:

- Carta de servicios: Contiene los plazos (editables) para la realización de cada una de las tareas de auscultación (cada tipo de auscultación puede tener sus plazos).
- Auscultaciones periódicas programables:
  - Las auscultaciones periódicas programables son aquellas mediciones sobre la estructura de la vía que se definen para ser realizadas cada cierto periodo de tiempo: semanalmente, mensualmente, trimestralmente, etc...
  - El sistema permite al usuario establecer las características específicas de cada auscultación: nombre, tipo y subtipo de auscultación, sector al que pertenece, fijar el periodo de repetición y las auscultaciones a realizar: IRI, CRT, textura, roderas, baches, deflexiones, fisuras, deformación del pavimento, etc.
  - Se puede acceder a un listado de las auscultaciones realizadas, o a la información en detalle de cualquiera de ellas.
- Configuración de auscultaciones periódicas no programadas: Se puede dar de alta una auscultación a realizar en cualquier momento, indicando los datos correspondientes.
- Visualización de los registros de auscultaciones:
  - El sistema almacena las auscultaciones pendientes de iniciarse, las iniciadas y las ya ejecutadas, y cuenta con un calendario generado automáticamente en el que se señalan las fechas en las que se han de realizar las próximas tareas.
- Importación automatizada de todos los datos de las auscultaciones, y geoposicionamiento de las auscultaciones
- Indicadores: El sistema permite obtener estadísticas y gráficas del grado de cumplimiento de las auscultaciones: Indicadores Finalistas (porcentaje de las auscultaciones finalizadas dentro de los plazos establecidos) e Indicadores Gráficos, para ver el grado de cumplimiento de los plazos establecidos para las auscultaciones.

### ➤ Inventariado de firmes, informes y análisis de datos

- Inventariado de firmes: El sistema permite llevar el inventario completo de los trabajos de acondicionamiento del firme. Para cada tramo de carretera de permite establecer datos como carril, punto kilométrico, fecha, tipo de material empleado, material previo y otras observaciones tanto para los trabajos

originales como los de acondicionamiento. Además se ofrece otra información adicional:

- Histórico de pavimentos: Se almacena la información de los trabajos pasados realizados con el objetivo de tener información histórica de todas las acciones llevadas a cabo y a los materiales empleados.
  - Itinerarios homogéneos: Llamamos itinerarios homogéneos a tramos largos de carretera que comparten ciertas características, por lo que van a tener un comportamiento similar en su vida operativa. El sistema permite calcular automáticamente en un tramo deseado los itinerarios homogéneos.
  - Intensidad Media Diaria de Tráfico: El sistema permite mostrar la intensidad media diaria del tráfico en cada zona deseada.
- Informes: El sistema muestra en distintas capas sobre el mapa todos los datos registrados de los distintos tipos de auscultaciones realizadas. Seleccionando la capa deseada (que se corresponde con un tipo de auscultación) se muestran en colores (dependiendo de si el valor obtenido para la auscultación se encuentra dentro de los márgenes / límites admitidos o fuera de ellos). Se muestra el color determinado al valor más restrictivo que para esa vía existe en el punto kilométrico.
    - En el mapa se visualizan los valores que toman los puntos dentro del tramo. También se muestran las gráficas de los valores concretos que posee cada punto para cada parámetro.
  - Análisis de datos: El sistema permite a los gestores establecer una serie de pautas para el análisis automático de posibles problemas estructurales en firmes, a partir del análisis, combinado de datos de Valor del CRT, Valor del IRI, Valor de la macrotextura, Valor de la deflexión, Valor del radio de curvatura y del área del cuenco de la deflexión, Estado del firme (análisis de fisuración), Estructura actual del firme, Tráfico (IMD).
    - El análisis de los datos pone de manifiesto los casos en los que se dan circunstancias para sospechar de la existencia de problemas.
    - El sistema ofrece un análisis automático y unas recomendaciones de actuación, en función de los datos obtenidos, y de los valores límite fijados para evaluar cada tipo de parámetro.

### 3) Módulos para la gestión de las actividades de vialidad

#### ➤ Agenda de Vialidad

La Agenda de Vialidad es una herramienta que permite realizar una gestión eficiente de las actividades de vialidad, ofreciendo a los trabajadores la información de las acciones que tienen que resolver cada día (y las que tienen pendientes), y al gestor de la carretera los informes de los trabajos efectuados en su zona (indicando el grado de cumplimiento de los mismos). Está estructurada en tres secciones diferenciadas:

- Avisos y anuncios que permite la publicación y consulta de las diferentes alertas y avisos que afectan a la carretera: alertas meteorológicas, instrucciones específicas, etc., información que es fundamental para la gestión de la Vialidad, ya que facilita realizar operaciones preventivas o planificar la disponibilidad de equipos preparados para eventuales actuaciones rápidas.
- Agenda de vialidad que permite gestionar las diferentes actividades a desarrollar en la carretera (atención a accidentes deterioros, incidentes, etcétera) y su cumplimiento en los plazos indicados en la carta de servicios. Con esta información, es posible generar informes para valorar el tiempo de respuesta efectiva y el cumplimiento de plazos. Los registros de agenda pueden ser de dos tipos:
  - Programables: Aquellos que se conocen con antelación, como por ejemplo la limpieza periódica de luminarias, la sustitución de elementos fungibles, etc. En estos casos, la Agenda incorporará los registros con su fecha límite de realización dentro de la agenda de tareas pendientes.
  - No programables: Refleja las incidencias, los deterioros de Vialidad y las tareas de atención a accidentes. En estos casos, se dispone de un tiempo máximo para solucionar el problema, fijado previamente por una carta de servicios (que es donde se establecen los plazos de actuación recomendados para realizar las actuaciones gestionadas por la Agenda de Vialidad, dependiendo de la tipificación de las mismas).

La herramienta también facilita el acceso de los operarios a una serie de protocolos de actuación. De esta manera, cuando un trabajador consulte un registro de agenda, podrá ver al mismo tiempo los protocolos de actuación que debe seguir para completar las tareas asignadas.

- Informes que explotan toda la información introducida en el sistema. Hay tres tipos de informes fundamentales:
  - Sobre mapa, que permite determinar de un vistazo sobre un mapa dónde se produce mayor número de registros de un tipo determinado.
  - Indicadores finalistas, que muestra un resumen del cumplimiento de la Carta de servicios por parte de un determinado contrato en un periodo de tiempo indicado.
  - Indicadores gráficos, muestran de forma gráfica los plazos de actuación para un determinado tipo de registro.

Los objetivos principales de esta herramienta son:

- Mejorar la comunicación y gestión, disponiendo de un lugar de referencia al alcance de los usuarios donde poder consultar alertas, incidencias, indicaciones específicas y tareas a realizar, junto con sus protocolos específicos de actuación.
- Gestionar todas las actuaciones de vialidad a realizar en la carretera, priorizando aquellas que requieren una actuación más urgente y fijando unos plazos de referencia.
- Ofrecer un sistema que permita almacenar, de forma estructurada, todas las acciones realizadas por los trabajadores de la asistencia técnica a la explotación.
- Facilitar indicadores e informes que ayuden al gestor tener una idea clara del cumplimiento de los objetivos propuestos:
  - Informes sobre número de trabajos realizados y tiempos medios de actuación, por sectores, por tipos de incidencias, globales.
  - Informes sobre tramos de la carretera con más volumen de incidencias y deterioros clasificados por categorías.

La Figura 30 muestra la agenda de vialidad.

The screenshot displays a web interface for managing road maintenance tasks. The main table lists pending tasks with the following data:

Ref.	Sector	Clase Tipo Subtipo	Descripción	Carretera	PK Inicial	Fecha conocimiento	Fecha límite para Iniciar	Acciones
33343	H3-24	- Deterioros de vialidad - Instalaciones - Luminarias	Paral direccional luminaria rds	N-123a	22+010 Antenas	31.03.2012 13:00	03.04.2012 13:00	[Icons]
33140	H3-24	- Deterioros de vialidad - Drenaje - Superficial			114+675 Izquierda	09/03/2012 08:33	15/03/2012 08:33	[Icons]
31983	H3-24	- Incidencias - Destacamientos - Por defecto			24+709 Izquierda	11.01.2012 13:00	11.01.2012 14:00	[Icons]

Below the table, a calendar for July 2012 is shown, with a date picker set to 2012-07-31. The calendar grid shows days from 1 to 31. Below the calendar, there are two images: a map showing the location of the task on a road network and a photo of a tunnel entrance labeled 'N-123a'.

Fig. 31 Agenda de vialidad

#### 4) Módulo para la gestión de las actividades de seguridad vial

##### ➤ Indicadores de la Seguridad Vial

El sistema ofrece una gestión avanzada e inteligente de todos los elementos que se deben tener en cuenta para poder mejorar la Seguridad Vial en las carreteras.

- Cálculo de los indicadores relativos IP (Índice de Peligrosidad) e IM (Índice de Mortalidad): Se calcularán por tramos (al detalle), y por ámbitos generales:
  - Cálculo por tramos seleccionados por el usuario, donde podrá ver:
    - Mapa, en el que se representarán todos los tramos analizados, cada uno de ellos pintado con el color correspondiente al resultado de los cálculos en ese tramo (cada color refleja un estado de IM e IP).
    - Tabla con los datos obtenidos del cálculo en cada tramo analizado, y gráficas.
  - Cálculo por ámbitos generales, para poder calcular estos parámetros y compararlos en diferentes ámbitos más amplios (carreteras, sectores, demarcaciones, etcétera).
- Cálculo de indicadores absolutos: Tiene las mismas opciones que en el caso anterior, calculando en este caso el número de accidentes totales, con víctimas y con muertos.
- Módulo avanzado de informes: Permite visualizar un listado de los accidentes que cumplen los parámetros marcados (pudiendo acceder a la ficha de cada uno), u obtener estadísticas más generales. Los parámetros de filtro son el ámbito, las fechas, la lesividad del accidente y la tipología, entre otros. Con esto, el usuario podrá:
  - Visualizar el listado de accidentes e informes que cumplen los filtros marcados:
    - El sistema mostrará un listado de los que cumplen los parámetros introducidos, y los localizará en el mapa
    - Existirán opciones adicionales, como la posibilidad de visualizar en el mapa la densidad de registros (el nº de accidentes en un rango mayor).
    - Mostrará informes variados.
  - Obtener los gráficos estadísticos deseados: Tipología de accidente por tipos principales, Tipología de accidente por subtipos, Factor Concurrente, Tipos de superficie, Luminosidad, Factores Atmosféricos, etc.

##### ➤ Gestión de TCA

- Información de los TCA ya declarados: El sistema ofrece un espacio donde se muestran los TCA oficiales, información que el gestor de la carretera precisa conocer.
  - Filtro de datos: La aplicación contará con un filtro de datos que permitirá hacer búsquedas por cualquiera de los valores de la ficha: periodo, carretera, PK, etc.
  - Listado de resultados con detalle del registro (se puede descargar en PDF)

- Visualización en el mapa: Junto con el listado aparecerá un mapa donde quedarán representados los diferentes TCA.
- Cálculo de los potenciales TCA en el momento deseado: En cualquier momento, el responsable de gestionar la carretera debe poder conocer el estado de peligrosidad de sus tramos, para poder incidir en aquellos que pueden acabar convirtiéndose en TCAs al finalizar el año. Para ello, el usuario contará con un formulario donde podrá solicitar la información de la peligrosidad existente en los tramos indicados.
  - Además de permitir al usuario realizar la consulta a medida a través del formulario, el sistema puede realizar, de forma periódica el cálculo completo de los tramos de alta siniestralidad en toda la red. Los datos obtenidos en este cálculo se almacenan en una base de datos, para permitir su posterior consulta.
  - Visualización de los resultados: De forma similar al filtro usado para visualizar los TCA, el sistema ofrece un filtro de consulta de los potenciales TCAs. En este filtro no sólo se pintarán aquellos tramos que serían TCA, sino que se mostrarán (mediante colores cada vez más oscuros) el grado de potencialidad TCA que tiene cada uno de los tramos.
    - El usuario determinará los campos a visualizar con un sencillo formulario:
      - Fecha
      - Sectores
      - Nivel mínimo de peligrosidad a mostrar
      - Carretera
      - PK inicial y PK final
  - Una vez realizado el cálculo solicitado por el usuario, el sistema presentará los resultados de la siguiente manera:
    - Mapa: se mostrará un mapa con los tramos analizados, pintando de los colores correspondientes (al nivel de potencial peligro) cada tramo.
    - Tabla de resultados: se ofrecerá debajo del mapa una tabla con todos los puntos analizados que podrá exportarse en cualquier formato.

En la Figura 32 se pueden observar algunos tramos de concentración de accidentes registrados.

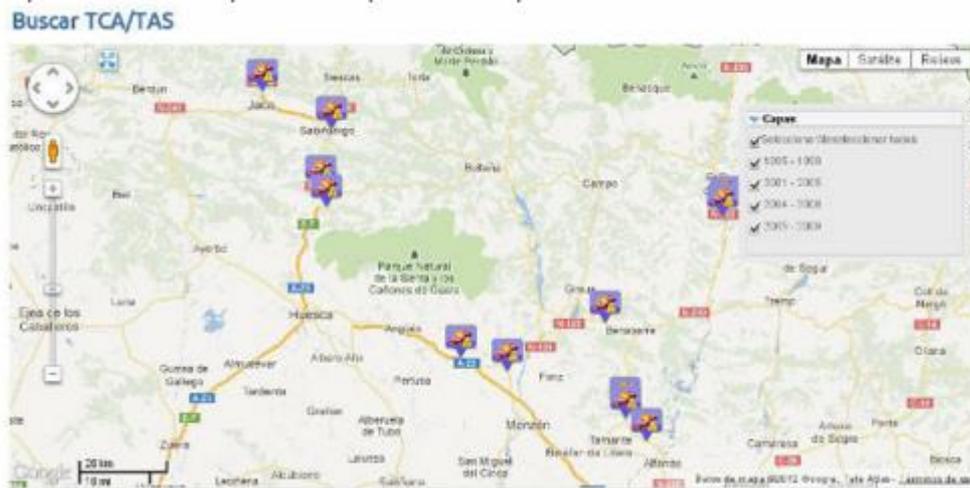


Fig. 32: Tramos de concentración de accidentes (TCA)

## 5) Instrumentos para la toma de decisiones

Desde el Sistema se facilita la visualización de toda la información ofrecida por los diferentes instrumentos implantados en la carretera (cámaras, estaciones meteorológicas, aforos, etcétera), permitiendo integrar dispositivos de diferentes fabricantes, y ofreciendo al gestor toda la información en un entorno único e integrado. Se han desarrollado los módulos que permiten obtener la máxima información de cada dispositivo ITS y ofrecerla de forma clara al gestor:

- Cámaras fijas de explotación: Permite la visualización de imágenes de las distintas videocámaras instaladas a lo largo de la red viaria en tiempo real, pudiendo visualizar una concreta, varias, o monitorizar las de las carreteras deseadas.
- Cámaras instaladas en vehículos asociadas a sistema de localización: Permite grabar las imágenes de la carretera, que son enviadas en tiempo real al sistema web,, y conocer la posición exacta (así como el momento en el que se tomó) de cada imagen.
- Estaciones meteorológicas fijas y móviles: Permiten la visualización en tiempo real de diferentes parámetros meteorológicos (temperaturas ambientales y de suelo, velocidad del viento y de rachas de viento, humedad ambiental y del asfalto, punto de rocío, cantidad de lluvia o nieve, presión atmosférica, etcétera).
- Sensores de asfalto, para cubrir y monitorizar la temperatura de zonas más extensas.
- Gestión avanzada de flotas mediante GPS: Gracias a este módulo se puede visualizar en tiempo real la localización de cada uno de los vehículos disponibles en el mapa de carreteras. Asimismo, se pueden obtener informes de todas las rutas llevadas a cabo por cada uno de los vehículos entre dos fechas, utilizando diferentes filtros muy útiles para la gestión de la Vialidad invernal (por ejemplo, mostrando los lugares que los quitanieves han recorrido con la cuña quitanieves activada o esparciendo fundentes).
- Estaciones de toma de datos (ETDs, Aforos y Básculas dinámicas): El módulo de ETD permite mostrar, en tiempo real, toda la información del tráfico que pasa en todo momento por la carretera. Los dispositivos de aforo y básculas de pesaje dinámicas envían a este sistema, en el mismo momento, toda la información de los vehículos: Calzada, dirección, sentido; Tipología de vehículo (moto, semirremolque, coche, autobús, ?); Peso en cada uno de los ejes y peso total del vehículo; Velocidad, etc...
- Paneles de Mensajería Variable: Gracias a este módulo se puede visualizar de forma geolocalizada la información mostrada en cada videopanel en tiempo real e históricamente, tanto la información de texto como los pictogramas del mismo.

La Figura 33 muestra un ejemplo de uso de la gestión avanzada de flotas mediante GPS mientras que la Figura 34 muestra el ejemplo de una de las videocámaras de ITERNOVA.

Identificador	Matricula	Vehículo	Última localización	Sector	Estado	Foto y mapa
CPCC_VeraCruz_01	CPCC_VeraCruz_01	Dispositivo móvil CPCC Veracruz 01	Fecha/Hora: 13/03/2014 06:37 Velocidad: 0 Km/h - NE Lat: 19.1782   Long: -98.1308	CPCC Veracruz		
CPCC_VeraCruz_02	CPCC_VeraCruz_02	Dispositivo móvil CPCC Veracruz 01	Fecha/Hora: 13/03/2014 22:42 Velocidad: 0 Km/h - S Lat: 18.7748   Long: -99.7122	CPCC Veracruz		
CPCC_VeraCruz_03	CPCC_VeraCruz_03	Dispositivo móvil CPCC Veracruz 03	Fecha/Hora: 13/03/2014 19:28 Velocidad: 0 Km/h - E Lat: 19.2943   Long: -99.6984	CPCC Veracruz		
CPCC_VeraCruz_04	CPCC_VeraCruz_04	Dispositivo móvil CPCC Veracruz 04	Fecha/Hora: 13/03/2014 03:00 Velocidad: 0 Km/h - NE Lat: 18.40   Long: -99.3488	CPCC Veracruz		
CPCC_VeraCruz_05	CPCC_VeraCruz_05	Dispositivo móvil CPCC Veracruz 05	N/D	CPCC Veracruz		
Mobile 1	Mobile 1	Equipo móvil - App SmartRoads GPS para dispositivos Android	Fecha/Hora: 04/02/2014 19:04 Velocidad: 9 Km/h - NO Lat: 19.4351   Long: -99.1771	C3 Huautlanpan Toluca - Única (Tronco)	Sector 1	
Mobile 63	Mobile 63	Equipo móvil - App SmartRoads GPS para dispositivos Android	Fecha/Hora: 02/12/2013 15:29 Velocidad: 9 Km/h - N Lat: 41.471   Long: -8.9205		Sector 1	
Virtual 001	Virtual 001	Camión con grúa (virtual)	Fecha/Hora: 13/03/2014 08:38 Velocidad: 45.54 Km/h - N Lat: 40.5191   Long: -1.29203		Sector 1	
Virtual 002	Virtual 002	Virtual 002	Fecha/Hora: 08/07/2013 13:54 Velocidad: 12.54 Km/h - SE Lat: 40.4862   Long: -1.29768		Sector 1	

Fig. 33: Gestión avanzada de flotas mediante GPS

Fig. 34: Videocámaras ITERNOVA

ANÁLISIS, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS FUNCIONALIDADES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MÓDULO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS REMOTAS DE LA PLATAFORMA “SISTEMA WEB DE GESTIÓN DE CARRETERAS” (SWGC) DE ITERNOVA

## 6) Módulo de gestión de expedientes

El módulo de gestión de expedientes es un componente integrado en el SWGC, que permite gestionar todo el flujo de información que se genera durante la tramitación de los expedientes relacionados con la conservación y explotación de infraestructuras, facilitando a los gestores la tarea de administrar de forma más eficaz todos los expedientes, y proporcionando herramientas diseñadas específicamente y adaptadas a los principales tipos de expediente que utilizan las empresas de conservación y las Unidades de Carreteras.

Algunas de las características básicas del Gestor de Expedientes son las siguientes:

- Cuenta con una zona de registro, que permite controlar el flujo de entrada y salida de información, y su inclusión en los diferentes trámites de cada expediente, capaz de gestionar las entradas, salidas, entradas internas y salidas internas.
- Permite controlar todo el proceso relativo a los distintos tipos de expedientes y la información que estos contienen, desde la entrada por el registro de los diferentes documentos, hasta su finalización, gestionando todas las fases que los componen, los documentos que se generan en cada una de ellas y el histórico de los responsables que intervienen en su tramitación.
- Facilita el control de los plazos establecidos para la resolución de los expedientes, ayudando a garantizar su cumplimiento y facilitar su seguimiento, enviando alertas a los usuarios implicados sobre la proximidad de los vencimientos de plazos.
- Contiene una zona de estadísticas, donde se puede consultar el número de expedientes de cada tipo resueltos en un tiempo dado, así como los tiempos medios de resolución.
- Está expresamente diseñado para gestionar los expedientes relacionados con la carretera, por lo que se adapta perfectamente a las necesidades de este sector.
- Existe la posibilidad de asociar los expedientes a una carretera y punto kilométrico, visualizando su posición sobre el mapa, el cuál puede incluir capas externas de servidores WMS, como las del catastro.
- Integración con el resto del sistema SWGC para conseguir funciones avanzadas:
  - Integración con el módulo de Gestión Económica para crear directamente los presupuestos de los expedientes de Daños a la carretera.
  - Acceso directo a la visión de fotografías aéreas históricas y actuales.
  - Acceso directo al módulo de Puntos con Restricción de la carretera desde los expedientes de tipo Transportes Especiales.

El módulo cuenta con la definición completa de los tipos de expediente utilizados habitualmente por las empresas y administraciones especializadas en la conservación y explotación de carreteras, incluyendo los expedientes de Uso y defensa de la carretera, Expedientes de obras y Asuntos generales.

La flexibilidad del módulo unida a las funcionalidades de SWGC, permiten la configuración y adaptación de estos expedientes a las necesidades concretas del cliente, así como la creación de todos los tipos de expediente que sean necesarios para el correcto desempeño de las funciones que deben llevarse a cabo.

El sistema de gestión de expedientes cuenta con una función de detección de duplicados, capaz de detectar si un expediente que está siendo creado, puede estar duplicado con uno ya existente en el sistema. Esta función se ejecuta al crear un nuevo expediente, y en caso de encontrar posibles duplicados, basándose en datos básicos como el tipo de expediente, persona que lo presenta, localización, etc, muestra una alerta al usuario que está tramitando el alta, para que tome la decisión oportuna, o añada las incidencias convenientes al nuevo expediente.

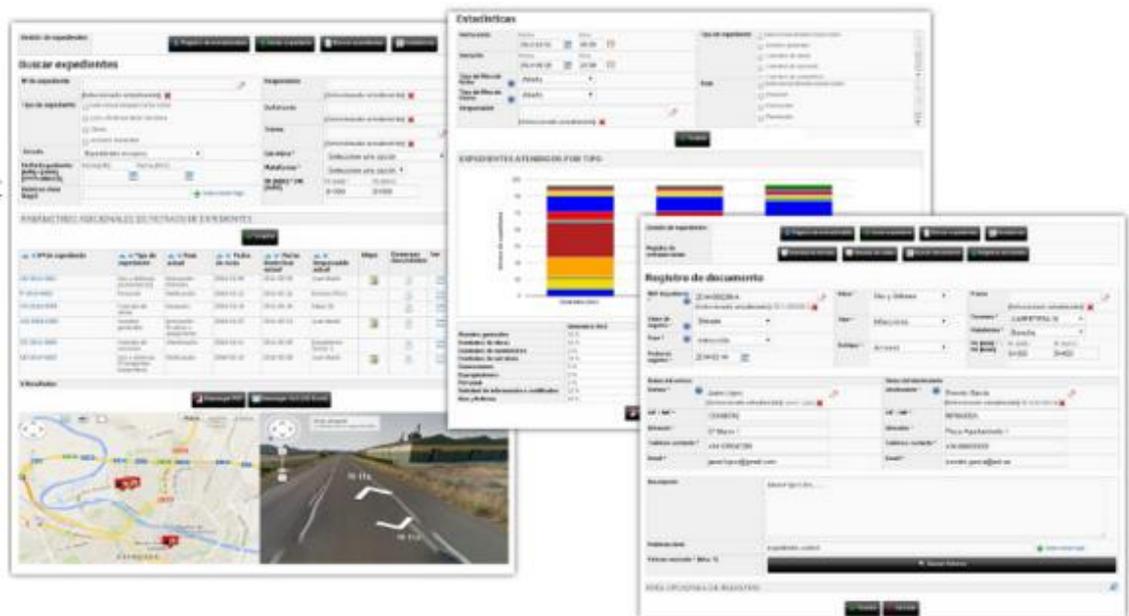


Fig. 35: Gestión de expedientes

En la Figura 35 vemos un ejemplo del gestor de expedientes.

## 7) Módulo de gestión económica

Una de las partes más importantes de un sistema de gestión, es poder controlar la información relativa a todos los trabajos realizados/a realizar, desde el punto de vista económico, para poder evitar (o en su caso, corregir a tiempo) las posibles desviaciones sobre lo presupuestado.

Nuestro sistema cuenta con una enorme flexibilidad, que le permite tanto asociar órdenes de trabajo a operaciones concretas indicadas en alguna de las Agendas, como crear de forma independiente estas órdenes. El funcionamiento del módulo de gestión económica es el siguiente:

- 1.- Introducción de datos iniciales:
  - a) Información necesaria de las tablas auxiliares:
    - Además de la información necesaria que ya existe en el sistema, relativa a las carreteras/tramos/calzadas/puntos kilométricos, etcétera (para ubicar cada una de las operaciones), es necesario introducir la información de los tipos de recursos que se van a poder emplear: Herramientas, Equipos, Mano de obra y materiales.
    - Para cada uno de los elementos que estén integrados en las anteriores categorías de recursos, se debe especificar su precio unitario, que determinará lo que la empresa va a cobrar al realizar cada operación.
  - b) Información necesaria de las actividades a realizar: Para cada una de las actividades a realizar dentro de la explotación de las carreteras, el sistema permite incorporar la estimación de recursos asociada, lo que permitirá luego conocer el coste de la misma.
- 2.- Creación de las órdenes de trabajo:
  - Las órdenes de trabajo se pueden asociar a una operación concreta (pendiente de finalizar) de las presentadas en las Agendas, o crearse independientes.
  - Al asociar una orden de trabajo a la operación pendiente de ejecutar, automáticamente el sistema mostrará el precio y los recursos asociados.
  - El sistema mostrará los diferentes recursos asociados a las operaciones en curso, para que se pueda planificar correctamente, así como los recursos con los que cuenta la empresa, para determinar qué actividades hay que reprogramar para que se puedan ejecutar, así como tener una visión global de las actividades a realizar.
- 3.- Obtención del coste y recursos asociados a cada operación: El sistema calcula los recursos totales que se van a emplear para ejecutar una operación concreta, y el precio que se va a cobrar de dicha operación.
- 4.- Integración de los partes diarios de operaciones, que incorporan los recursos exactos utilizados, en las órdenes de trabajo (módulo opcional avanzado):

- Se puede asociar a cada orden de operación una serie de partes diarios (o con la frecuencia deseada) de trabajo, en los que mostrar el personal exacto que ha trabajado ese día, así como la maquinaria y materiales utilizados realmente. Estos partes diarios de trabajo incorporan, entre otros campos los siguientes:
  - Sector/Carretera/Calzada/PK inicial/PK final donde se realizan los trabajos
  - Duración de los trabajos (hora inicial-hora final)
  - Fecha de los trabajos
  - Personal concreto empleado y su categoría, maquinaria empleada y materiales.
  - Desplazamientos realizados
- Este módulo sirve para conocer los costes exactos que va a tener la realización de cada operación para la empresa, lo que va a permitir detectar posibles desviaciones surgidas.
- Con la información incorporada en este módulo también se permite conocer qué recursos han sido más usados, cuales prácticamente no se utilizan, y mucha más información que es importante conocer para optimizar los gastos.
- 5.- Informes:
  - El sistema cuenta con un completo módulo de informes, basado en un sistema de filtros, que permite obtener toda la información deseada relativa a las operaciones de trabajo.
  - Gracias a este sistema de filtros, es posible obtener toda la información deseada de las operaciones realizadas que cumplan los requisitos marcados por los filtros. Se puede tanto visualizar todas las operaciones que cumplan los filtros, como mostrar un resumen total . Entre otros filtros existentes, podemos destacar:
    - Fecha, Carretera, Tramo, Punto Kilométrico inicial- Punto Kilométrico final
    - Operación, Trabajador (Partes en los que ha participado una categoría de trabajador, o un trabajador concreto si el sistema tiene el módulo avanzado), Maquinaria (Partes en los que se ha empleado una maquinaria concreta), Materiales (Partes en los que se ha empleado un material concreto), etc.
  - Este tipo de informes son muy útiles también para comprobar trabajos realizados entre diferentes sectores, visualizar aquellos trabajos que han tenido desviaciones significativas con respecto a lo programado, y en definitiva, obtener toda la información deseada de la empresa.

Se puede observar el uso de la gestión económica en la figura 36.

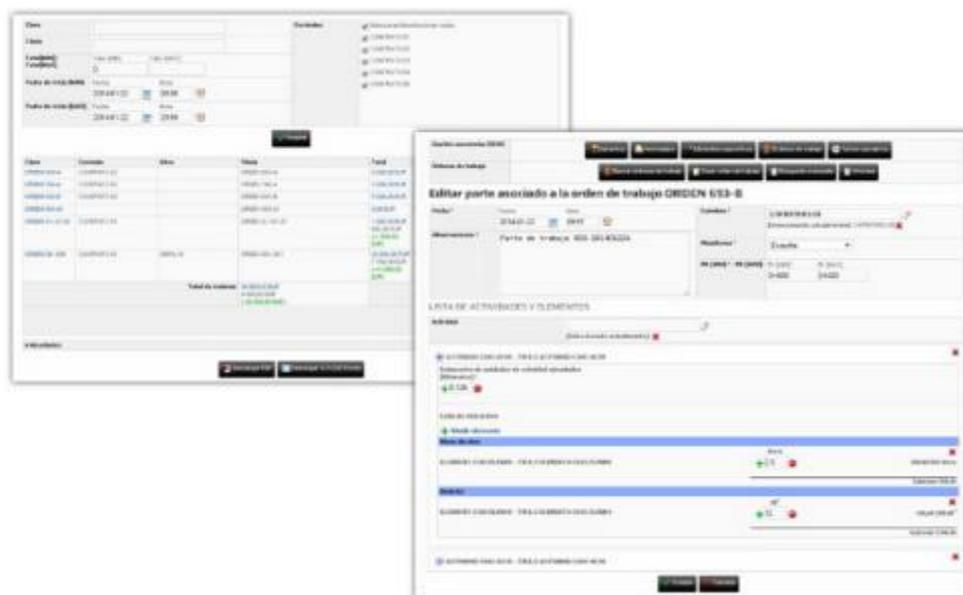


Fig. 36: Gestión económica

## 8) Versión móvil

El Sistema de Gestión Web de Carreteras ha sido desarrollado para permitir su correcta visualización en cualquier tipo de dispositivo (ordenador, tablet o móvil), además de contar con una versión móvil (con funcionalidades muy reducidas). Junto con esto, se ha desarrollado una versión específica para los teléfonos móviles y las tablets, destinada a permitir la introducción de las actividades realizadas (en la Agenda de Vialidad y en la Agenda de Conservación) por los operarios in-situ (en el mismo lugar en el que realizan una acción, incorporando automáticamente toda la información asociada como fotografías, localización o demás datos).

- Aplicación específica para Tablet de la Agenda de Conservación:
  - El sistema permite el uso de la aplicación móvil para la realización de las labores de inspección visual de elementos del inventario. Con la ayuda de la aplicación, el operario puede ir valorando cada una de las características propias de cada elemento juzgando si están o no en un estado correcto, por ejemplo el estado de conservación de una señal de tráfico (visibilidad, reflectancia, color...).
  - Una vez rellenados todos los campos de la ficha del elemento correspondiente, la ficha se visualiza en un color u otro en función de su estado final, y se almacena automáticamente la información para su envío al servidor del sistema cuando exista cobertura.
- Aplicación específica para Tablet de la Agenda de Seguridad Vial:
  - El sistema permite al usuario acceder al listado de las tareas pendientes de realizar a las que tiene acceso. Desde este listado podrá conocer su localización, saber las indicaciones para llegar a las mismas desde el punto en que se encuentra (vía GPS), o acceder a la información detallada de las mismas y a sus protocolos.
  - Puede acceder a la gestión básica de la incidencia, de forma que podrá iniciar y finalizar la tarea que vaya a ejecutar mediante un simple click. Adicionalmente, podrá adjuntar imágenes, vídeo y texto para iniciar las observaciones oportunas.
  - Todas las acciones se pueden hacer de forma sencilla gracias a la integración total con el sistema del dispositivo móvil, aumentando su usabilidad gracias a las funciones táctiles.
  - La integración de las características propias del dispositivo permite el uso de la cámara de fotos, de forma que el usuario pueda adjuntar imágenes o vídeos tomados in situ.
  - A las funciones descritas, se suma la posibilidad de dar de alta nuevas incidencias, de forma que esta acción se pueda llevar a cabo de manera instantánea cuando se tenga conocimiento de la incidencia correspondiente.



Fig. 37: Aplicación especial para Tablet de la agenda de conservación

En la Figura 37 observamos la aplicación para Tablet de la agenda de conservación

## A2. Concepto de API

La interfaz de programación de aplicaciones, abreviada como API (Application Programming Interface), es el conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

Son usadas generalmente en las bibliotecas de programación.

Una API representa la capacidad de comunicación entre componentes de software. Se trata del conjunto de llamadas a ciertas bibliotecas que ofrecen acceso a ciertos servicios desde los procesos y representa un método para conseguir abstracción en la programación, generalmente (aunque no necesariamente) entre los niveles o capas inferiores y los superiores del software. Uno de los principales propósitos de una API consiste en proporcionar un conjunto de funciones de uso general, por ejemplo, para dibujar ventanas o iconos en la pantalla. De esta forma, los programadores se benefician de las ventajas de la API haciendo uso de su funcionalidad, evitándose el trabajo de programar todo desde el principio. Las API asimismo son abstractas: el software que proporciona una cierta API generalmente es llamado la implementación de esa API.

## A3. Introducción a la API JSON/REST

En este documento se detallan los atributos que pueden ser utilizados para crear los diferentes métodos de las diferentes API JSON / REST de los diferentes módulos del SWGC.

Los clientes API desarrolladas se basan en el sistema estándar REST (Representation State Transfer) desarrollado por el W3C, utilizando JSON como formato para el intercambio de datos.

### Aclaraciones sobre los formatos

Los formatos de datos utilizados son:

- **Textos:** Atributos de tipo *string* alfanuméricos de longitud variable, codificados en **UTF8**.
- **Numéricos:** Atributos *int* (números enteros) y *float* (con formato de números decimales se expresarán con . para separar la parte entera de la decimal. Por ejemplo 40.56 ó -1.878) .
- **Fecha / hora:** Atributos *datetime* con formato *Y-m-d H:i:s* (por ejemplo, 2012-07-23 16:45:30), *time* con formato *H:i:s*, y *date* con formato *Y-m-d*
- **Booleanos:** Atributos *boolean* (*true* | *false*).
- **Ficheros binarios:** En caso de requerir envío de datos binarios (imágenes, documentos,etcétera...) se suele utilizar codificación en *base64* para poder ser enviados en modo texto.
- **Geolocalización:** Formato campos de coordenadas (latitud y longitud). Todos los campos con coordenada se definen en grados con un mínimo de 6 decimales (8 recomendable), pudiendo tomar valores positivos o negativos y usando . para separar la parte entera de la decimal. Por ejemplo, latitud: 40.564845, longitud: -1.578265.

### Acceso a la API JSON/REST

El protocolo de comunicación establecido permite el uso de cualquiera de estas dos formas de autenticación entre el cliente y el servidor:

- Auth Basic
- Auth Digest

En ambos casos, la información viaja siempre sobre SSL utilizando el protocolo HTTPS.

La API JSON / REST utilizará auth digest siempre que sea posible, ya que es más seguro, si bien se puede configurar para utilizar auth basic. Tanto en el servidor como en el cliente se debe realizar la configuración correspondiente para utilizar el mismo tipo de autenticación.

Se puede encontrar más información sobre autenticación en:

- Auth Basic
- Auth Digest