

Proyectos de **I+D+i**  
2011-2015



## Proyecto de innovación de la gestión documental aplicada a expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte

Universidad de Sevilla | Tecnocom

Memoria divulgativa de resultados



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional





**Proyecto de innovación de la gestión documental aplicada a expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte**

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería  
Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2015

Universidad de Sevilla

**EQUIPO INVESTIGADOR**

***Investigadora principal*** | María José Escalona Cuaresma

***Investigadores*** | Francisco J. Domínguez Mayo  
| Javier J. Gutiérrez Rodríguez  
| Manuel Mejías Risoto  
| José Ponce González  
| Isabel Ramos Román  
| Jesús Torres Valderrama

***Apoyo a la investigación*** | Manuel Alba Ortega  
| Julián A. García García  
| Inmaculada Pavón Ramírez  
| Anabel Merino González  
| María Ramírez Hidalgo  
| Nicolás Sánchez Gómez

***Empresa Tecnocom*** | Noemí Belmonte Rodríguez  
| José Luis Guerrero Baidés  
| José M. López Peña  
| Diego Ruíz Macías  
| Sergio Serrato Gallardo

Sevilla. 30-06-2015

## 1. Introducción

Esta memoria corresponde a parte de los resultados obtenidos en el Proyecto de innovación de la gestión documental aplicada a expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte (GGI3000/IDIV) adjudicado en el año 2011 por la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía a la Universidad de Sevilla y parcialmente financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, con cargo al Eje Prioritario 1 del Programa Operativo FEDER, cuyo objeto es el desarrollo de la economía del conocimiento (I+D+i, Sociedad de la Información y TIC).

El objeto del proyecto es la innovación en prácticas procedimentales y tecnológicas en el ámbito de la gestión documental de expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte. Al ser una tipología documental frecuente en cualquier administración, los resultados del proyecto serían extrapolables para su implantación en diversos organismos y entidades de la Junta de Andalucía, potenciándose así las acciones encaminadas a la administración electrónica.

## 2. Objetivos

- Crear un modelo de gestión documental integrable con soluciones de gestión de procesos (BPM) y, en particular, con entornos de gestión integrados (ERP), que responda a la potencial demanda inminente de organismos de la administración pública, especialmente en la Junta de Andalucía y sus entidades instrumentales.
- Ejemplificar el modelo en un caso concreto, mediante un prototipo, que permita aplicarlo a los expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, dando respuesta a la casuística específica de los documentos técnicos de proyectos y favoreciendo la necesidad existente de explotación de la información con referencia espacial.
- Aplicar las recomendaciones europeas y los principios de la administración electrónica en la actividad de la contratación pública, promoviendo la conversión del papel al soporte electrónico en las comunicaciones escritas entre la administración y los contratistas y, facilitando el cumplimiento de la normativa vigente referida a Administración Electrónica.
- Alcanzar un alto porcentaje de generación de documentos digitales con valor legal y custodiados de forma segura, permitiendo prescindir de la conservación de documentos en soporte papel.
- Aplicar estándares en el sistema de gestión documental que permitan la interoperabilidad con otros sistemas, de forma segura.

El proyecto, además, ha reforzado su carácter aplicado mediante el diseño y desarrollo de una herramienta informática ex novo, construida a partir de los requisitos obtenidos de la investigación y de la propia normativa de obligada aplicación. Dicha herramienta, que se ha denominado ANAQUel, ofrece funcionalidades propias de un sistema de gestión documental para el tratamiento de documentos electrónicos interoperables.

Con el objetivo de aplicar los resultados de la investigación, el proyecto ha contemplado la aplicación experimental de la herramienta en un proyecto piloto.

### 3. Fases y resultados

Para alcanzar los objetivos, se planteó una metodología de trabajo dividida en cuatro grandes fases (ver Figura 1):



Fig. 1: Estructura de fases del proyecto

**FASE I.** En esta fase, el objetivo esencial era analizar la situación actual en el marco de la gestión documental. Dicho análisis se focalizó en tres grandes aspectos:

- Estudio del marco legal de referencia. En él se ha tenido en cuenta tanto la normativa de referencia europea como la nacional y la autonómica, pero también las guías de buenas prácticas de aplicación. En este entorno, han tenido especial relevancia las normas técnicas de interoperabilidad.
- Estudio comparativo de las diferentes herramientas que actualmente ofrece el mercado para la gestión documental. En este sentido, se siguieron las guías internacionales de realización de estudios comparativos propuestos por Bárbara Kitchenham, pero fueron adaptados al contexto del proyecto<sup>1</sup>. Respecto a este estudio, cabe destacar que es un estudio vivo, y de hecho, se acompaña con una herramienta que permite personalizar los resultados.
- Estudio de la situación actual en las administraciones públicas de Andalucía. En esta línea, se realizaron una serie de entrevistas a diferentes organismos públicos, tanto a nivel autonómico como local, para analizar la situación en la que se encontraban y detectar cuáles habían sido los puntos de éxito y de mejora de sus experiencias. En este sentido, queremos destacar el apoyo de las Entidades Promotoras del Proyecto (EPO).

**FASE II.** Esta fase, una vez estudiado el contexto actual, ofrece el modelo global de solución para la gestión documental que busca el proyecto THOT. Para ello, se han desarrollado dos aspectos claves: los aspectos que marcan el entorno de trabajo, que incluye las políticas de referencia y los aspectos conceptuales del modelo, centrado principalmente en el modelo de metadatos y en las series documentales. Es necesario destacar que todos los productos se han

<sup>1</sup> Esta adaptación ha sido publicada en el Congreso Internacional de desarrollo de sistemas de información en su edición de 2014.

definido de dos formas: a) se ha desarrollado una solución global con un marco espectro de aplicación en cualquier administración pública; b) se ha personalizado esa solución global al contexto de los expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructura de transporte para ejemplificarlo en ANAQUel.

- Respecto a las políticas, se han desarrollado las relativas a:
  - Propuesta de política de Gestión Documental
  - Propuesta de Política de Digitalización
  - Propuesta de Política de Firma Electrónica
  - Catálogo de estándares
  - Catálogo de agentes
  - Política de Preservación a largo plazo de los documentos

Todas ellas incorporan dos versiones, la relativa a la solución global y la relativa al caso concreto de los expedientes de contratación de obras y servicios de infraestructuras de transporte.

- Respecto a los aspectos conceptuales cabe destacar la realización de un modelo de metadatos. Es interesante hacer constar que el modelo de metadatos se ha realizado utilizando la representación estructurada y conceptual que propone el estándar UML (Unified Model Language) mediante un modelo de clases. Esto es algo novedoso del proyecto que permite realizar un perfil de metadatos fácilmente adaptable y mantenible. De hecho, dichas características se han validado cuando el modelo global de metadatos se ha instanciado en el caso concreto de los expedientes de obras y servicios de infraestructuras de transporte.

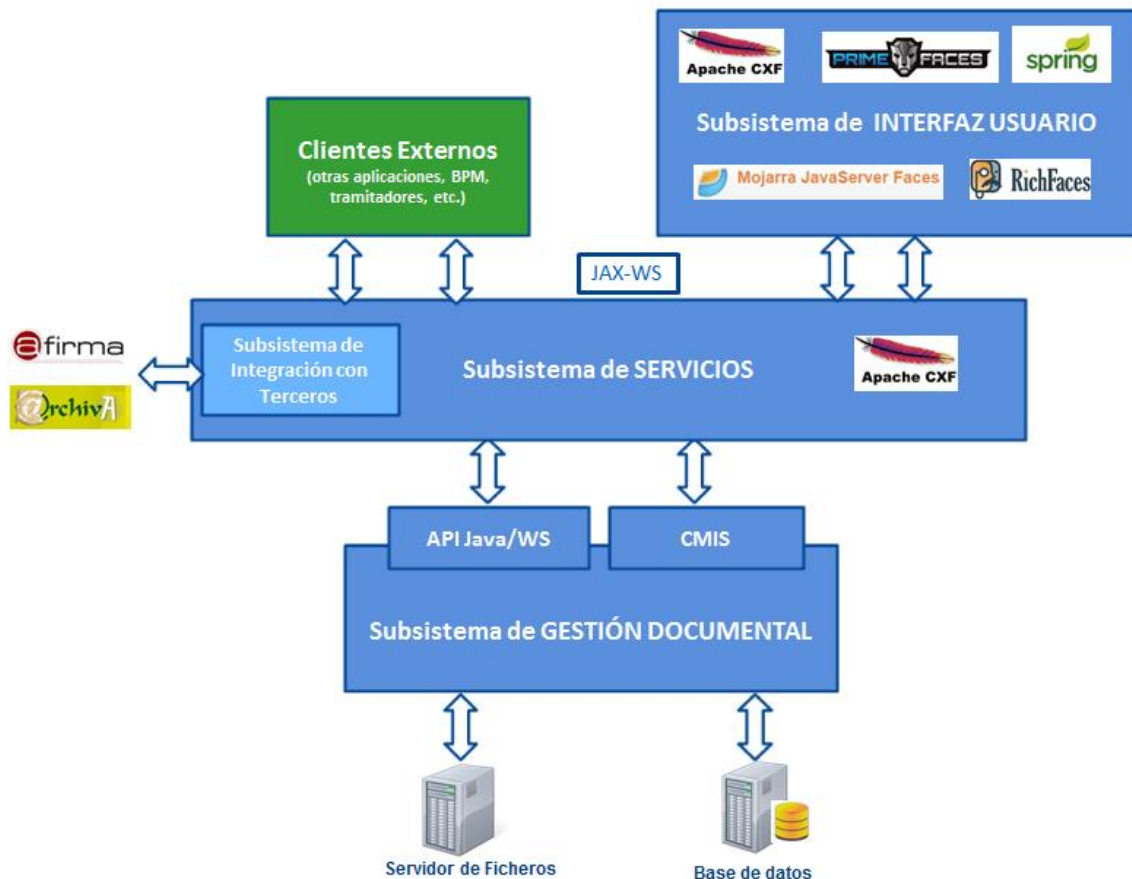
**FASE III.** Esta fase tenía como principal objetivo el desarrollo del prototipo que instancia el modelo obtenido en la fase anterior para el caso concreto de los expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructura de transporte, la solución que se ha denominado ANAQUel. El modelo arquitectónico de ANAQUel se muestra en la Figura 2.

ANAQUel contempla una arquitectura basada en cuatro grandes subsistemas. El primero de ellos, el de Gestión Documental, da servicio para el acceso y control del servidor de ficheros y la base de datos. A esta solución se le han unido servicios Java y CMIS (Content Management Interoperability Services) que dan mayor potencia a la interacción con el Subsistema de Servicios. Este subsistema da cobertura a los principales aspectos funcionales del sistema. La arquitectura se completa con dos subsistemas más, uno orientado a la interfaz, denominado en la figura Subsistema de Interfaz, y otro orientado a integrarse con sistemas externos como @firma y port@firmas, denominado Subsistema de Integración a Terceros.

ANAQUel ha sido desarrollado en lenguaje Java y a nivel funcional se caracteriza por estar plenamente orientada al campo de la Administración Electrónica y a ofrecer una solución potente y amigable para el usuario final que implementa todos los elementos innovadores desarrollados en el proyecto.

En esta fase se ha seguido una metodología ágil, concretamente Scrum, basada en el contexto de las herramientas y las soluciones de NDT (Navigational Development Techniques). Esta solución metodológica es una solución desarrollada por el grupo de Investigación ejecutor del proyecto que ha sido adaptada en el contexto del proyecto THOT. De esta forma, se han adaptado las herramientas que dan soporte a la aplicación de NDT, denominadas NDT-Suite para garantizar la mantenibilidad y adaptabilidad del software desarrollado. En el desarrollo de ANAQUel se han

contemplado las fases de ingeniería de requisitos, análisis, desarrollo, implantación y pruebas. Para la realización del análisis, desarrollo e implantación, se ha contado con la empresa TECNOCOM. La fase de pruebas, sin embargo, siguiendo las recomendaciones de la norma UNE/EN ISO 29129, ha sido desarrollada por el propio grupo de investigación, garantizando así una independencia del desarrollo y la validación. La aplicación de Scrum y NDT ha resultado potencialmente válida para el proyecto y ha permitido establecer mecanismos de control y seguimiento continuo que han garantizado los resultados del producto.



*Fig. 2: Modelo arquitectónico de ANAQUel*




**FASE IV.** Durante el desarrollo del proyecto se han realizado las siguientes publicaciones y participaciones congresos y foros:

- M.J. Escalona, J.A. García-García, F.J. Domínguez-Mayo, I. Ramos. Technical tool surveys and comparative studies: A systematic approach. International Conference on Information System Development. Croacia 2014.
- M. Alba, M. Ramírez, I. Pavón, N. Sánchez, J.A. García-García. Comparativa de Herramientas EMC en el marco de la e-administración. V Congreso Internacional de Computación y Telecomunicaciones. COMTEL. Perú 2013.
- J. Ponce, F.J. Domínguez, J.J. Gutiérrez, M.J. Escalona. Pruebas de aceptación orientadas al usuario: contexto ágil para un proyecto de gestión documental. II IBERSID 8 (2014). España 2014.
- Medrano-Corrales, D. Ruíz-Macías, M.J. Escalona. Búsqueda de expedientes de forma visual. El profesional de la información, 2014. mayo-junio. Volumen 23. Número 3. España 2014.



- Escalona, M. J. Domínguez-Mayo, F.J., García-García, J.A., Sánchez, N., Ponce, J. Evaluating Enterprise Content Management Tools in a Real Context. Journal of Software Engineering and Applications. Aceptada pendiente de publicación. 2015.

El proyecto también cuenta con presencia en Internet y redes sociales:

- En la web de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía <http://www.aopandalucia.es/innovacion/>
- En la propia Web del Proyecto: <http://iwt2.org/web/opencms/webThot/>
- En las redes sociales:
  -  [www.facebook.com/ProyectoThotAOPJA](http://www.facebook.com/ProyectoThotAOPJA)
  -  <https://twitter.com/ThotAOPJA>
  -  <https://www.linkedin.com/groups/Proyecto-thot-AOPJA-5053035>

#### 4. Elementos innovadores

Los elementos más innovadores que presenta el proyecto THOT son los siguientes:

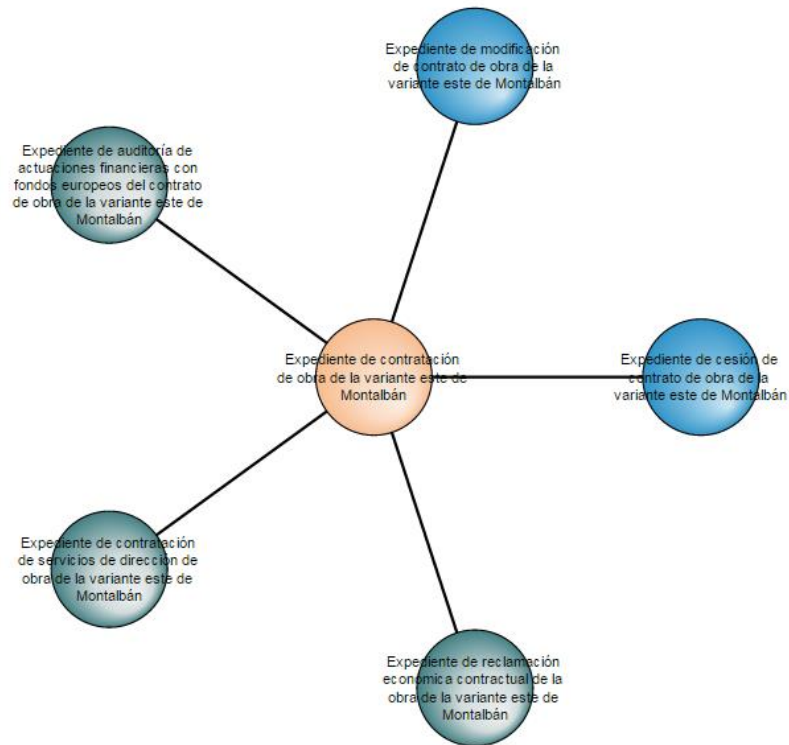
- La **metodología empleada en la evaluación comparativa de soluciones ECM** (Enterprise Content Management) se ha realizado mediante una adaptación de la herramienta **QuEF (Quality Evaluation Framework)**. QuEF se compone de dos cuadros de características, las estáticas y las dinámicas. Esto permite que el estudio pueda replicarse de una manera dinámica adaptándose a diferentes contextos.
- La **gestión documental íntegra de los expedientes de contratación**, incluyendo los documentos que se generan en la ejecución del contrato: documentos técnicos como los proyectos de construcción, informes de seguimiento de obra, informes de supervisión, etc. Se han identificado con un nivel de granularidad exhaustivo todos los tipos de documentos que pueden formar parte de un expediente de contratación de obras y servicios, y se han relacionado con las fases y tareas de un procedimiento-tipo (ver Figura 3).

Además, se han estudiado las series documentales que responden a procedimientos subordinados al procedimiento principal de contratación, pero que tienen su propia autonomía. Es el caso de los Expedientes de modificación de contratos, Expedientes de aprobación de proyectos modificados, Expedientes de puesta en servicio de infraestructuras, etc. De esta forma se consigue un panorama completo de los tipos de expedientes y documentos que produce la actividad de contratación, y sus relaciones.

- La **gestión archivística de los expedientes en tramitación** es la solución para que desde los archivos de oficina se puedan custodiar los documentos y satisfacer las demandas de acceso a los mismos. Esta funcionalidad es muy importante para el caso de expedientes formados por una gran cantidad de documentos y que permanecen abiertos durante años. Un expediente de contratación de obra no se cierra hasta su liquidación, que puede ser posterior incluso a su puesta en servicio; y aún más extenso llega a ser un expediente de concesión de servicio público por “x” años. Pero antes de que ingresen en el Archivo Central correspondiente ya se dan necesidades de localización física de los documentos, de control de préstamos entre los miembros de la oficina, de descripción e identificación

para su recuperación. Son funcionalidades a las que se ha dado respuesta en el modelo y en la plataforma desarrollada.

Mapa de relaciones



Información	
<b>Leyenda</b>	<b>Propiedades</b>
Expediente principal <span style="color: orange;">●</span>	Nombre Expediente de contratación de obra de la variante este de Montalbán
Expedientes subordinados <span style="color: blue;">●</span>	Descripción Expediente de contratación de obra de la variante este de Montalbán.
Expedientes relacionados <span style="color: teal;">●</span>	

Fig. 3: Visualización de series documentales relacionadas

- La definición de **dos cuadros de clasificación vinculados: el de documentos y el de actividades**. proporcionan al modelo solidez –acorde con la estabilidad que caracteriza las actividades y funciones en las organizaciones- y flexibilidad – para dar respuesta a la adaptación de la producción de documentos a las modificaciones en la normativa y los procedimientos-. El cuadro de actividades no pretende ser un registro de procedimientos, ni un sistema de tramitación; su finalidad es establecer una estructura de funciones/actividades/fase/tarea/acción a la que asociar los metadatos de tramitación de expedientes.

Esta estructura se traslada al perfil de metadatos mediante dos entidades relacionadas: actividad y documento, para las que se aplican normas de descripción apropiadas a cada caso: para los documentos la norma de descripción archivística **ISAD-G** y para las actividades la norma **ISDF**.

- Se ha diseñado un sistema para que el usuario defina su propia **auditoría**, con el fin de comprobar la existencia de los tipos **documentales esenciales** en un expediente de contratación. El usuario tendrá que indicar los tipos documentales que deben formar parte siempre de dichos expedientes. Y esto le permitirá auditar si uno o varios expedientes cuentan con todos los documentos esenciales o no.
- El uso de una **herramienta de modelado para la definición del perfil de metadatos**. Para el modelado del perfil de metadatos se ha usado la notación del estándar **UML (Unified Modeling Language)** sobre la herramienta Enterprise Architect (ver Figura 4). Con esta elección se consigue una definición más rica del modelo de metadatos al poderse establecer relaciones de herencia, agregación y de cardinalidades variables entre categorías. Además, resulta fácil de hacer futuras modificaciones para adaptar el perfil de metadatos, lo que nos garantiza su sostenibilidad. Aunque su uso requiere licencia, el software dispone de un visor gratuito y admite exportaciones en XMI que puede ser importando en otras herramientas que dan soporte para UML. Además, en el marco del proyecto se han desarrollado plantillas de exportación a formatos Word y HTML y los scripts para la generación de la base de datos correspondientes. Tanto el fichero de Enterprise Architect, como la exportación XMI así como las exportaciones en los formatos indicados y los scripts se ofrecen como resultados de esta investigación para su reutilización.
- Se opta por el **uso de un modelo mixto para la metodología de desarrollo** del prototipo ANAQUel, que combina **NDT (Navigational Development Techniques)** con **Scrum**, así como el paradigma guiado por modelos. La concepción inicial del proyecto se planteó bajo un prisma de ciclo de vida clásico. De esta forma, la definición de requisitos, el análisis y el diseño se realizaron mediante el modelo clásico de la metodología NDT. Sin embargo, para agilizar el desarrollo realizado, tanto la fase de implementación como la fase de pruebas han sido concebidas bajo un modelo ágil basado en una adaptación de Scrum. Todo esto además ha sido ejecutado bajo el paradigma guiado por modelos, soportado por las herramientas de desarrollo de **NDT-Suite** y de gestión de **PLM4BS**.
- Se han aplicado **técnicas de visualización de grandes conjuntos de documentos** a los propios documentos y sus agrupaciones -serie documental, expediente, etc.- en forma de árbol, asociados a una línea de tiempo y localizados en un mapa (Ver Figura 5). Se ofrecen como alternativas a las formas tradicionales de visualizar referencias de documentos en listados, que, en los casos de expedientes muy voluminosos y extensos como los de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte, presentan interesantes ventajas.



La visualización en árbol contextualiza el expediente o la serie documental mediante su relación con otros. Por ejemplo, podemos ver de forma ilustrativa e interactiva el diagrama de relaciones entre un expediente de contratación de obra y sus correspondientes expedientes de contratación de servicios de redacción de proyecto, de dirección de obra, expedientes de reclamación patrimonial por daños producidos en el transcurso de la obra, expedientes de expropiación, etc.

La vista en forma de línea de tiempo nos muestra de forma interactiva los documentos de un expediente ubicados sobre un calendario y con referencia a las fases y tareas de tramitación. En la vista mapa se posicionan los expedientes en un sistema de cartografía

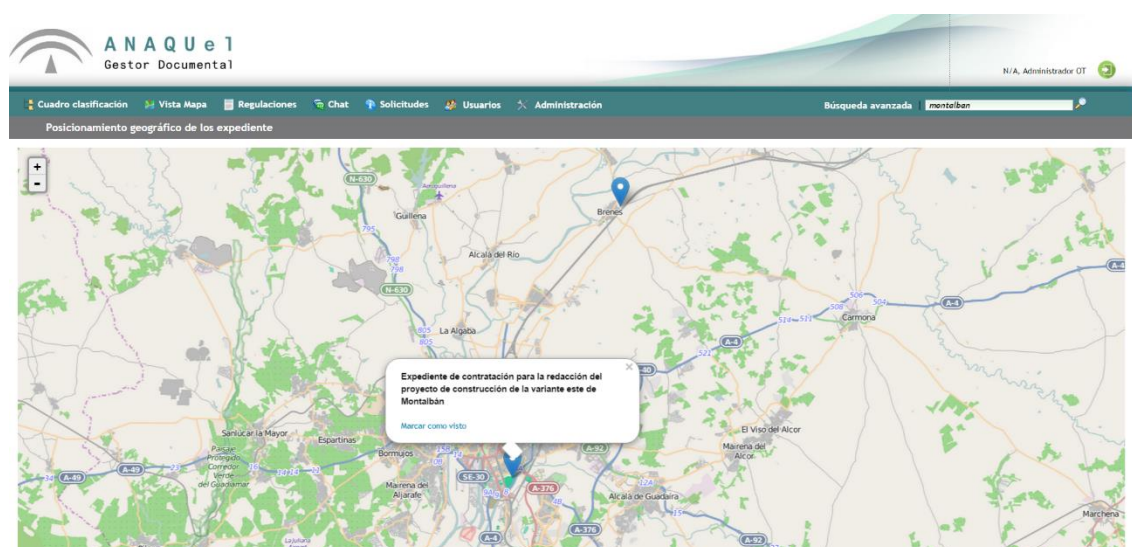


Fig. 5: Visualización en mapa de expedientes de contratación

- Además de las búsquedas simple y avanzada – habituales en cualquier gestor documental– se ha desarrollado una **búsqueda experta**, a través de la cual el usuario puede generar queries personalizadas sin necesidad de conocer sentencias de programación (ver Figura 6). Mediante una interfaz gráfica el usuario podrá indicar los criterios de búsqueda en los que tendrá la opción de trabajar con todos los metadatos del modelo, el enlace entre los criterios (and/or) y también podrá hacer uso de paréntesis para anidar consultas y fijar así la prioridad que más le interese.



Fig. 6: Interfaz de búsqueda experta

- **Se asegura la independencia en la elección del gestor documental** al que conectar el subsistema de servicios; tan sólo se requiere un mínimo desarrollo para la utilización de la API del gestor documental en cuestión. La interfaz web y los servicios siguen siendo los mismos, por lo que es transparente para terceras aplicaciones. Esto se traduce en una independencia de la solución ECM que se utilice en cada contexto.

## 5. Conclusiones

Los resultados de esta investigación se ofrecen en abierto a todas las administraciones, que pueden encontrar en su reutilización una manera más fácil de abordar proyectos de gestión de documentos electrónicos, aplicando las recientes normativas y recomendaciones sobre interoperabilidad. Todo ello redundará en la creación y mejora de servicios relativos a la administración electrónica y los procedimientos de contratación.

De esta forma, el proyecto ofrece:

- Un marco de análisis de soluciones ECM en el contexto de la administración pública dinámico y configurable.
- Un modelo de metadatos que soporta los estándares actuales y que puede ser fácilmente evolucionado y extensible.
- Un conjunto de propuestas de políticas y modelos adaptados al contexto de los expedientes de contratación de servicios y obras de infraestructuras de transporte.
- Una implementación concreta de estas políticas y modelos en una herramienta denominada ANAQUel, que ofrece independencia del sistema informático de gestión documental sobre el que se sustenta.

Todos estos resultados junto con las publicaciones realizadas quedan a disposición de las organizaciones que puedan estar interesadas, pudiéndose concluir pues que los objetivos planteados en el proyecto han sido alcanzados y validados, tanto por los propios resultados del mismo, como por las publicaciones en foros de reconocido prestigio que ha generado.

the  $\mathbb{R}^n$  is a linear space over  $\mathbb{R}$  with the usual addition and scalar multiplication. The inner product is defined by

$$\langle x, y \rangle = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n \quad (1)$$

and the norm is defined by

$$\|x\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2} \quad (2)$$

The inner product and the norm are related by the following theorem:

**Theorem 1.** Let  $x, y \in \mathbb{R}^n$ . Then

$$\langle x, y \rangle = \|x\| \|y\| \cos \theta \quad (3)$$

where  $\theta$  is the angle between  $x$  and  $y$ .

**Proof.** Let  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  and  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ . Then

$$\langle x, y \rangle = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n$$

$$\|x\| \|y\| \cos \theta = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2} \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2} \cos \theta$$

$$= \sqrt{(x_1 y_1)^2 + (x_2 y_2)^2 + \dots + (x_n y_n)^2} \cos \theta$$

$$= \langle x, y \rangle \cos \theta$$

$$\cos \theta = \frac{\langle x, y \rangle}{\|x\| \|y\|}$$

$$\langle x, y \rangle = \|x\| \|y\| \cos \theta$$

which is the desired result.  $\square$

The inner product and the norm are also related by the following theorem:

**Theorem 2.** Let  $x, y \in \mathbb{R}^n$ . Then

$$\|x + y\|^2 = \|x\|^2 + \|y\|^2 + 2 \langle x, y \rangle$$

$$\|x - y\|^2 = \|x\|^2 + \|y\|^2 - 2 \langle x, y \rangle$$

$$\|x\|^2 = \langle x, x \rangle$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{2} (\|x + y\|^2 - \|x - y\|^2)$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{4} (\|x + y\|^2 - \|x - y\|^2)$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{4} (\|x + y\|^2 - \|x - y\|^2)$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{4} (\|x + y\|^2 - \|x - y\|^2)$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{4} (\|x + y\|^2 - \|x - y\|^2)$$

$$\langle x, y \rangle = \frac{1}{4} (\|x + y\|^2 - \|x - y\|^2)$$