



Universidad
Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Desarrollo de un sistema informático de control y
gestión de flujos de trabajo, Workflow
Management System (WfMS)

Autor

David Roy Marquina

Director

Fernando Cortés Franco

Ponente

Santiago Velilla Marco

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

2017

DESARROLLO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO DE CONTROL Y GESTIÓN DE FLUJOS DE TRABAJO, WORKFLOW MANAGEMENT SYSTEM (WfMS)

RESUMEN

Este proyecto consiste en el desarrollo de un sistema informático de control y gestión de flujos de trabajo para una organización. Este sistema debe integrarse dentro de un software ya existente, llamado *EndaliaHR*, que es un sistema integral de gestión de recursos humanos orientado a medianas y grandes empresas.

El proyecto surge para cubrir las necesidades que tienen estas organizaciones en la gestión de los múltiples flujos de trabajo y de información que llevan a cabo en el día a día y que involucran a distintos miembros de la empresa. Muchos de estos procesos o trámites se realizan manualmente, lo que implica errores humanos, retrasos injustificados, documentación impresa innecesariamente, comunicaciones imprecisas y muchos otros problemas derivados. Desde los departamentos de recursos humanos existe la voluntad de automatizar estos procesos con el objetivo de aumentar la eficiencia operativa, incrementar la calidad de la información gestionada y mejorar la percepción del servicio por parte de los usuarios a los que atienden.

La automatización y regulación de estos procesos mejora la eficacia de los mismos y añade además otros beneficios como son la trazabilidad y la revisión. Todos los procesos quedan registrados en el sistema informático con la información de su traza: quién ha ejecutado cada paso y cuándo. Gracias a esto los responsables de recursos humanos pueden evaluar los procesos, medir los tiempos de respuesta, detectar los cuellos de botella y en definitiva mejorar el servicio que ofrecen en la compañía.

Para el desarrollo del proyecto se ha seguido la metodología *Rational Unified Process* [1] (RUP) y su duración se ha dividido en 4 fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Durante estas fases se han realizado tareas de recogida de requisitos, análisis, diseño, implementación, pruebas, documentación y despliegue.

En la fase inicial se ha definido la funcionalidad y los requisitos principales de la aplicación y se ha hecho un estudio de mercado para conocer soluciones alternativas. Este estudio ha permitido incorporar nuevas características al sistema.

Las tareas de análisis y diseño se han hecho durante la segunda fase. Partiendo de los requisitos de la fase inicial se han seguido los paradigmas de orientación a objetos para llegar a definir un modelo de clases listo para implementarse. En esta fase han resultado muy importantes los diagramas de UML [2]. El sistema se ha diseñado para una arquitectura web de 3 capas:

- Presentación.
- Lógica de negocio.
- Acceso a datos.

Durante la fase de implementación, el trabajo se ha organizado en 3 componentes diferenciados:

- Interfaz web de usuario: intuitivo, sencillo y atractivo para el usuario.
- Motor de ejecución: el núcleo del sistema.
- Interconexión con otros sistemas: con el sistema *EndaliaHR* y con el servidor de correo.

La implementación del motor de ejecución se ha hecho en lenguaje C# [3] haciendo uso de las librerías que provee Microsoft en su producto Asp.NET [4]. La capa de presentación se ha desarrollado usando *WebForms* [5], que forma parte de Asp.NET. Para mantener la coherencia visual con el entorno web de *EndaliaHR* en el que se ha integrado el proyecto, se han utilizado algunos de sus componentes gráficos. La persistencia de datos se ha realizado sobre una base de datos relacional de tecnología Microsoft Sql Server. Durante esta fase se han aplicado pruebas de integración para garantizar la calidad del código.



TABLA DE CONTENIDOS

Desarrollo de un sistema informático de control y gestión de flujos de trabajo, Workflow Management System (WfMS)	1
Tabla de contenidos	2
1. Introducción	4
1.1 Contexto	4
1.2 Origen	4
1.3 Objetivo	4
1.4 Alcance	5
1.5 Metodología y plazos	5
1.6 Organización del documento	5
2. Fases del proyecto	6
2.1 Fase de inicio	6
2.1.1 Documento de visión.....	6
2.1.2 Estudio de mercado.....	7
2.1.3 Modelo de negocio.....	8
2.1.4 Especificación de requisitos.....	11
2.1.5 Plan de proyecto.....	11
2.2 Fase de elaboración.....	11
2.2.1 Análisis y diseño.....	12
2.2.2 Especificación de requisitos.....	13
2.3 Fase de construcción	13
2.3.1 Código fuente	13
2.3.2 Manual de usuario.....	14
2.3.3 Plan de pruebas	14
2.4 Fase de transición.....	14
2.4.1 Producto final	15
2.4.2 Documentación técnica.....	15
2.4.3 Pruebas de aceptación	15
3. Resultados obtenidos	16
3.1 Pantallas de usuario	16
3.1.1 Mis workflows	16
3.1.2 Pantalla de workflow.....	17
3.1.3 Campos de información.....	19
3.1.4 Campos ad-hoc.....	20
3.1.5 Ejemplos implementados	21
4. Conclusiones.....	22



4.1	Cumplimiento de objetivos	22
4.2	Extensiones.....	22
4.3	Valoración personal.....	23
5.	Bibliografía.....	23
6.	Glosario.....	24

ANEXOS

- I. Documento visión
- II. Estudio de mercado
- III. Modelo de negocio
- IV. Especificación de requisitos
- V. Estándar de documentación
- VI. Estándar de codificación
- VII. Análisis y diseño
- VIII. Manual de usuario
- IX. Plan de pruebas



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento es la memoria del proyecto de desarrollo de un Sistema de Control de Flujos de Trabajo, por su nombre en inglés *Workflow Management System* (WfMS). El propósito de este documento es ilustrar al lector sobre el origen de este proyecto, las motivaciones, el trabajo realizado, los resultados conseguidos y las conclusiones obtenidas.

1.1 Contexto

Este proyecto se realiza dentro de la compañía Endalia, una empresa dedicada al desarrollo de software, la consultoría y la externalización de servicios de recursos humanos, orientada a organizaciones de tamaño medio y grande.

En su faceta como empresa de desarrollo de software, Endalia dispone de una aplicación propia, llamada EndaliaHR [6], que permite la gestión integral de los procesos de recursos humanos de una compañía (gestión de personas, cambios organizativos, retribución y compensación salarial, vacaciones, dirección por objetivos, competencias y desarrollo, etc.).

Por otro lado, entre sus funciones de consultoría, Endalia ayuda a sus clientes a identificar aquellos flujos de trabajo que pueden automatizar para mejorar la eficiencia de la empresa. Se entiende por *flujos de trabajo* aquellos procesos que tienen lugar en el ámbito empresarial, en los que participan diferentes personas de la organización y en los que las tareas y la información van *fluyendo* de un participante a otro siguiendo un determinado orden [7]. Un claro ejemplo de flujo de trabajo en el ámbito de los recursos humanos es el proceso de alta de un nuevo empleado, con la recepción de currículums de los candidatos, la selección de uno de ellos, la aprobación por parte de los responsables, la firma del contrato y el alta del trabajador en la seguridad social. Es una secuencia de tareas con diferentes responsables en las que la información va fluyendo y transformándose, desde unos currículums hasta formalizar un contrato de trabajo.

En este contexto se detecta la posibilidad de que ambas actividades de la empresa, desarrollo y consultoría, se complementen para lograr que los flujos de trabajo puedan automatizarse dentro de la aplicación EndaliaHR.

1.2 Origen

Además del contexto que lo propicia, este proyecto surge para cubrir las necesidades que tienen las organizaciones actuales en la gestión de los múltiples flujos de trabajo y de información que llevan a cabo en el día a día y que involucran a distintos miembros de la empresa. Muchos de estos procesos o trámites se realizan manualmente, lo que implica errores humanos, retrasos injustificados, documentación impresa innecesariamente, comunicaciones imprecisas y muchos otros problemas derivados.

Desde los departamentos de recursos humanos existe la voluntad de automatizar estos procesos con el objetivo de aumentar la eficiencia operativa, incrementar la calidad de la información gestionada y mejorar la percepción del servicio por parte de los usuarios a los que atienden.

La automatización y regulación de estos procesos mejora la eficacia de los mismos y añade además otros beneficios como son la trazabilidad y la revisión. Todos los procesos quedan registrados en el sistema informático con la información de su traza: quién ha ejecutado cada paso y cuándo. Gracias a esto los responsables de recursos humanos pueden evaluar los procesos, medir los tiempos de respuesta, detectar los cuellos de botella y en definitiva mejorar el servicio que ofrecen en la compañía.

1.3 Objetivo

El objetivo general de este proyecto es el desarrollo de un sistema informático que permita a los usuarios definir, gestionar y ejecutar flujos de trabajo y que dicho sistema se integre en el entorno web de la aplicación



EndaliaHR¹. Este sistema que se va a desarrollar se denomina, por sus siglas en inglés, WfMS (*Workflow Management System*).

El objetivo general del proyecto se ha dividido en los siguientes objetivos específicos:

1. Definir un modelo de *workflows* que permita representar la mayor cantidad de procesos habituales en las compañías mediante elementos normalizados que puedan ser interpretados por un sistema informático.
2. Desarrollar un motor de ejecución de *workflows* que será el núcleo del sistema y controlará los estados, los participantes y la información de cada ejecución del *workflow*.
3. Desarrollar un módulo web que permita a los usuarios acceder a los *workflows* en los que tienen participación y completar las acciones necesarias.

1.4 Alcance

El alcance del proyecto comprende los siguientes puntos:

- Desarrollo del producto que cumpla los objetivos y requisitos definidos.
- Gestión del proyecto software en todas sus fases, desde la planificación y análisis hasta el despliegue, con objeto de cumplir los plazos fijados.
- Aseguramiento de la calidad y seguridad del software en base a un plan de pruebas definido.
- Además del producto implantado y del código fuente, se entregará documentación de usuario y documentación técnica que ayude al mantenimiento y a las futuras ampliaciones del software.

1.5 Metodología y plazos

Para abordar este proyecto se ha seguido la metodología *Rational Unified Process* (RUP) [1], que es una metodología contrastada en ingeniería de software y que resulta muy eficaz para proyectos de mediano y gran tamaño. Además, es la metodología empleada habitualmente en los proyectos de Endalia, la compañía en la que se realiza este proyecto, lo que facilita la integración en su entorno de trabajo.

RUP divide el proyecto en 4 fases que tienen diferentes duraciones:

1. Inicio
2. Elaboración
3. Construcción
4. Transición

En cada una de las fases se producen unos determinados *artefactos*² que sirven tanto como hitos que marcan el avance, como documentación de ayuda y apoyo para las fases posteriores.

El proyecto se desarrolla entre el 01/02/2017 y el 30/06/2017 con un total de 880 horas, cumpliendo los plazos fijados para el proyecto. La planificación del proyecto puede observarse en el Plan de Proyecto que se encuentra en la sección 2.1.5

1.6 Organización del documento

Este documento se organiza en las siguientes secciones:

1. Introducción al proyecto, sus objetivos y su alcance.
2. Resumen de las fases ejecutadas para el desarrollo del proyecto.
3. Descripción y ejemplos de los resultados obtenidos.

¹ EndaliaHR se compone de una aplicación web para el acceso de los usuarios y una aplicación de escritorio Windows para el acceso de los administradores. Ambos entornos operan sobre una base de datos común.

² Artefacto: Los productos tangibles del proceso como, por ejemplo, el modelo de casos de uso, el código fuente, etc.



4. Conclusiones del autor.
5. Bibliografía utilizada en el proyecto.
6. Glosario de términos.

Además de la memoria, se aportan los siguientes anexos para ampliar la información de algunas secciones:

- I. Documento visión.
- II. Estudio de mercado.
- III. Modelo de negocio.
- IV. Especificación de requisitos.
- V. Estándar de documentación.
- VI. Estándar de codificación.
- VII. Análisis y diseño.
- VIII. Manual de usuario.
- IX. Plan de pruebas.

2. FASES DEL PROYECTO

En las siguientes secciones se detalla cómo se ha ejecutado cada fase y los artefactos producidos en ellas.

2.1 Fase de inicio

Uno de los objetivos de esta fase es identificar los principales casos de uso del sistema y recoger sus requisitos. El otro objetivo principal de esta fase es definir el alcance del proyecto para establecer una estimación inicial de tiempo y costes.

Los artefactos producidos en esta fase son:

- Documento Visión: muestra una visión global del producto que se va a desarrollar.
- Estudio de mercado: se estudian las distintas alternativas existentes en el mercado.
- Modelo de negocio: diagramas de alto nivel que describen las funcionalidades del sistema.
- Especificación de requisitos: se identifican unos requisitos iniciales que se irán ampliando.
- Plan de proyecto: la planificación temporal de los recursos y la organización del trabajo en fases.

2.1.1 Documento de visión

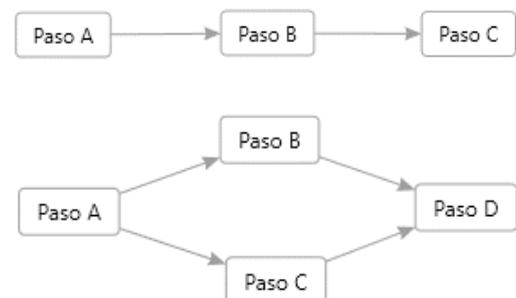
Un *workflow* representa un proceso en el que la información se va transmitiendo y transformando a lo largo de unos pasos siguiendo unas reglas. Estas reglas definen los responsables de cada uno de los pasos, las acciones que se ejecutan en el sistema en cada paso y las notificaciones que se envían. Un mismo *workflow* puede tener varias instancias o ejecuciones y cada una de ellas tendrá sus propios datos, estado y autor.

Atendiendo al comportamiento de un *workflow*, éste puede realizar 2 operaciones fundamentales:

- Avanzar de un paso al siguiente (excepto en el último paso que no se puede avanzar más).
- Retroceder de un paso al anterior (siempre que no sea el primer paso).

Según cómo estén ordenados los pasos de un *workflow*, podemos clasificarlos en 2 tipos:

- Lineales:
En todo momento sólo hay 1 fase en ejecución.
- No lineales:
Puede haber varias fases en marcha a la vez.



En el anexo “I. Documento de visión” se amplía la información aquí recogida y se añaden más detalles.



2.1.2 Estudio de mercado

Los objetivos de este proyecto son, primero, definir un modelo de *workflows* que permita representar una gran variedad de procesos del mundo real, segundo, implementar un motor de *workflows* que interprete y ejecute dicho modelo y por último desarrollar una interfaz web para los usuarios.

Para cumplir el primer objetivo se ha realizado un estudio de los principales estándares de modelado y definición de *workflows* con el objetivo de identificar características que se deban tener en consideración. Del estándar BPMN [8] [9] (*Business Process Model and Notation*) se ha adoptado un subconjunto de elementos que se usarán para representar los *workflows* (se puede conocer más acerca del estándar BPMN en el Anexo "II. Estudio de mercado"):

- Eventos: inicio y fin de *workflow*, envío de email y ejecución. Se representan con un círculo.
- Actividades: los pasos o fases del *workflow*. Se representan con un rectángulo.
- Flujo de secuencia: indica el orden de ejecución de los pasos. Se representan con una flecha.
- Compuerta paralela: permite bifurcar o juntar el flujo de secuencia. Se representa con un rombo.
- Artefactos: información que se recoge en un paso. Se representan mediante un rectángulo y una flecha discontinua que lo une al paso.

Utilizando estos elementos, se modelarán los procesos del mundo real, para que luego sean ejecutados por el motor de *workflows*. A continuación, se presenta un ejemplo del modelo:

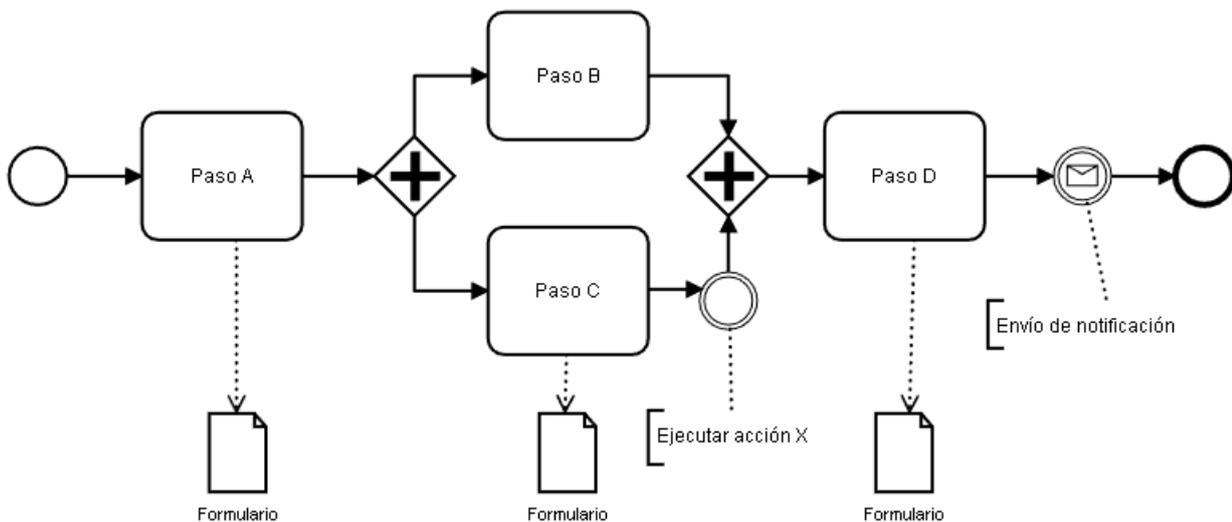


Figura 1: Ejemplo de *workflow* modelado

Queda para futuras ampliaciones de este proyecto, desarrollar un diseñador gráfico que permita modelar *workflows* a través de una interfaz interactiva y cargarlos en el sistema. En el alcance de este proyecto, los *workflows* una vez modelados, se convierten manualmente al modelo de datos del sistema y se cargan en él.

Para cumplir los objetivos 2 y 3 de este proyecto, en el estudio de mercado también se han revisado las principales aplicaciones software disponibles en el mercado orientadas a la gestión de flujos de trabajo para identificar funcionalidades que se pueden aplicar a este proyecto. Se destacan las siguientes funcionalidades:

- El usuario podrá consultar sus *workflows* filtrándolos por diferentes criterios.
- Los *workflows* estarán categorizados o agrupados por familias.
- Cada fase del *workflow* tendrá asociado un formulario para mostrar y recoger la información del usuario.
- Los formularios estarán compuestos por campos que tendrán un nombre y un valor.
- Los valores de estos campos estarán *tipados* (texto, número entero, fecha, etc.)
- Los campos podrán ser obligatorios, de sólo lectura o podrán ocultarse según determinadas condiciones.



- Eventos: antes y/o después de cada fase, se podrán ejecutar determinadas acciones en el sistema, en este caso, EndaliaHR.
- Eventos: antes y/o después de cada fase, se podrán enviar emails de notificación.
- Los responsables de las fases se podrán asignar de manera fija o de manera dinámica (teniendo en cuenta unas determinadas condiciones).
- Los responsables de las fases podrán ser usuarios individuales o grupos de usuarios (según los permisos de los usuarios).
- El usuario podrá ver un diagrama o esquema del *workflow* que le ayude a entender cómo se relacionan las distintas fases del flujo.

El análisis detallado de cada herramienta del mercado que se ha estudiado se encuentra en el anexo "II. Estudio de Mercado".

2.1.3 Modelo de negocio

El objetivo de analizar el modelo de negocio es la captura de los casos de uso de más alto nivel del sistema, así como la identificación de los actores del mismo:

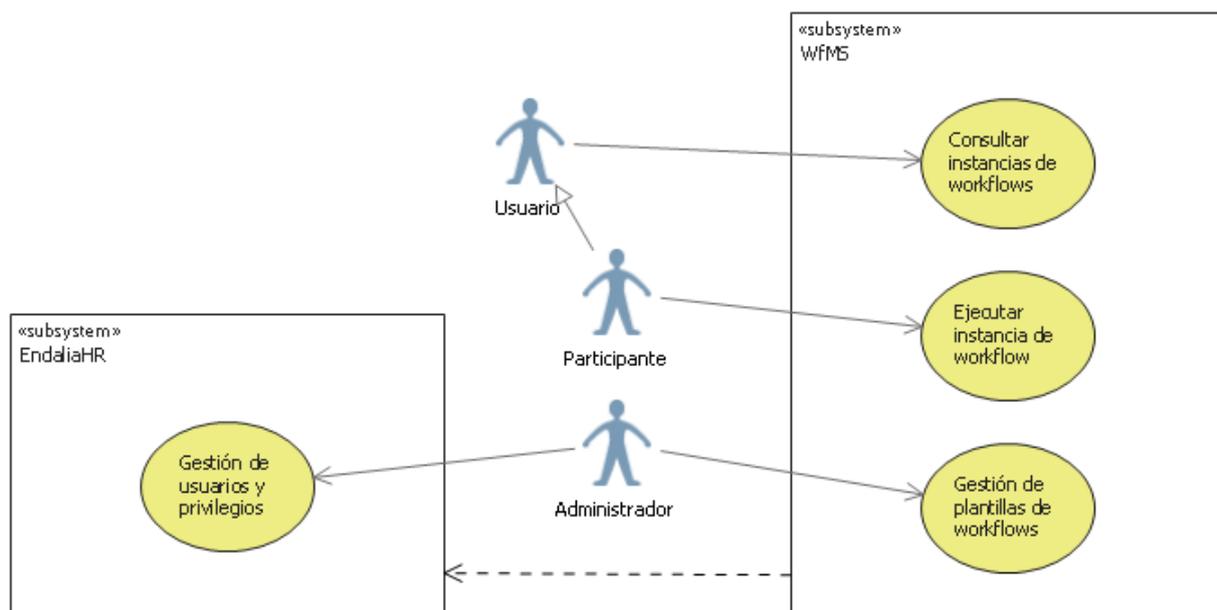


Figura 2: Diagrama de casos de uso principales

Los actores del sistema son:

- Usuario de la aplicación.
- Participante: un usuario cuando es participante/responsable de algún paso.
- Administrador.

Desde la perspectiva de estos actores las funcionalidades que tienen importancia para ellos son:

- Usuario:
 - Consultar *workflows*: localizar aquellos flujos en los que es participante, listar cuántos ha realizado durante un determinado periodo de tiempo, etc.
- Participante:
 - Ejecutar *workflow*: es el caso de uso principal.
- Administrador:
 - Gestionar *workflows*: crear, editar y borrar las plantillas de *workflows*.
 - Gestionar los participantes: para esto es necesario gestionar los usuarios y permisos del sistema en el que se integran, que es EndaliaHR. Por esta razón este caso de uso queda fuera del sistema a desarrollar.



A continuación, se muestra más en detalle el caso de uso principal “Ejecutar workflow”:

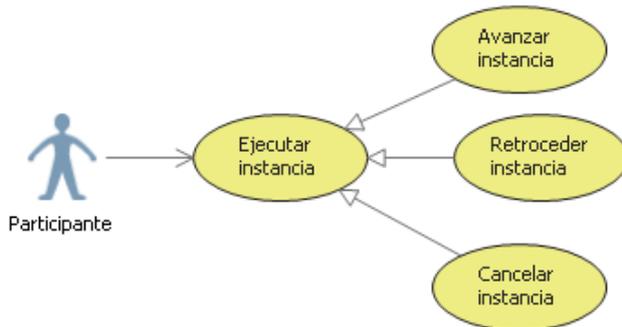


Figura 3: Caso de uso Ejecutar instancia

En su paso, el participante puede:

- Avanzar: realizar la tarea asignada y avanzar al siguiente paso.
- Retroceder: el participante no puede realizar la tarea asignada por algún motivo y devuelve el flujo al paso anterior para que lo solucionen.
- Cancelar: el participante detecta que el proceso no puede continuar y decide abortarlo por completo.

En el siguiente diagrama se muestra el caso de uso al avanzar el paso:

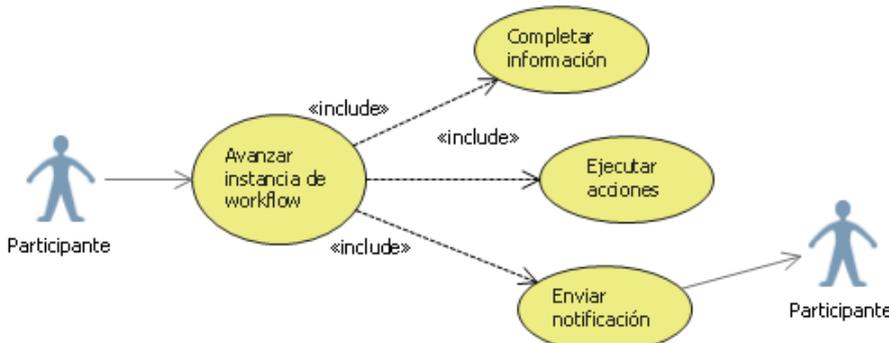


Figura 4: Caso de uso Avanzar instancia

Avanzar de paso implica:

- El participante rellena la información solicitada.
- Se ejecutan las acciones programadas para dicho paso.
- Se envían notificaciones al resto de participantes.

En el modelo de negocio, además, se han definido prototipos básicos del interfaz gráfico de la aplicación porque sirven como complemento para identificar los casos de uso del sistema y ayudan en la fase de recogida de requisitos con el cliente.

En base a las funcionalidades definidas, se muestra el prototipo para la pantalla de consulta y filtrado de flujos según diferentes criterios. Junto a él, se muestra la pantalla de lanzamiento de una nueva instancia, mostrando los workflows disponibles agrupados por áreas:

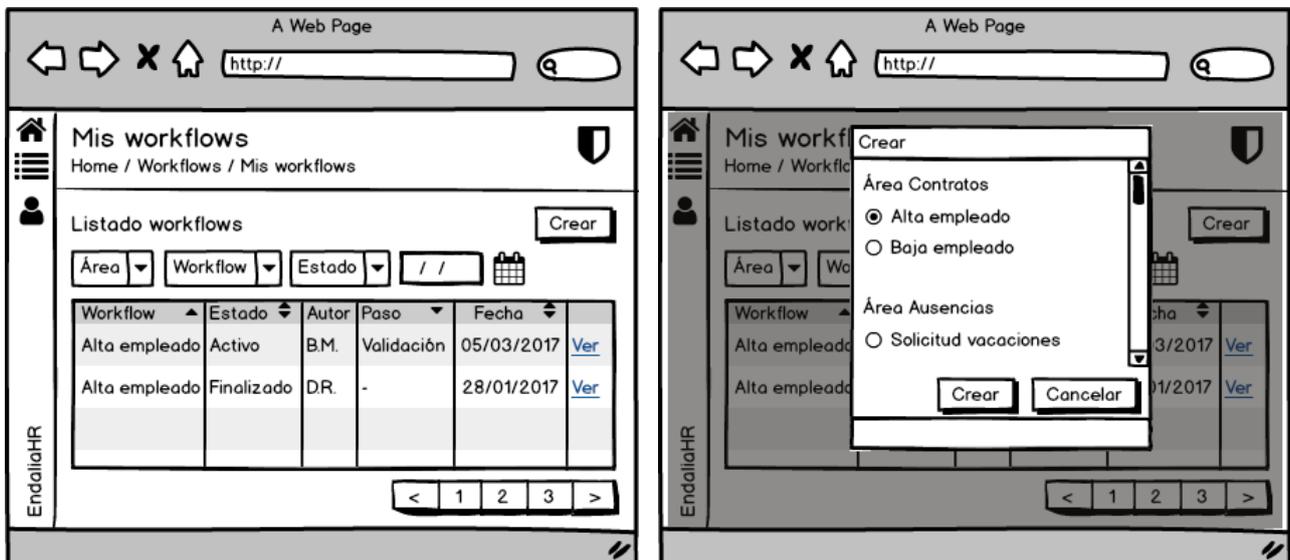


Figura 5: Prototipos del listado de workflows y lanzamiento de nueva instancia



Al lanzar o abrir un flujo, se muestra una pantalla con el formulario del paso y el diagrama del *workflow*:

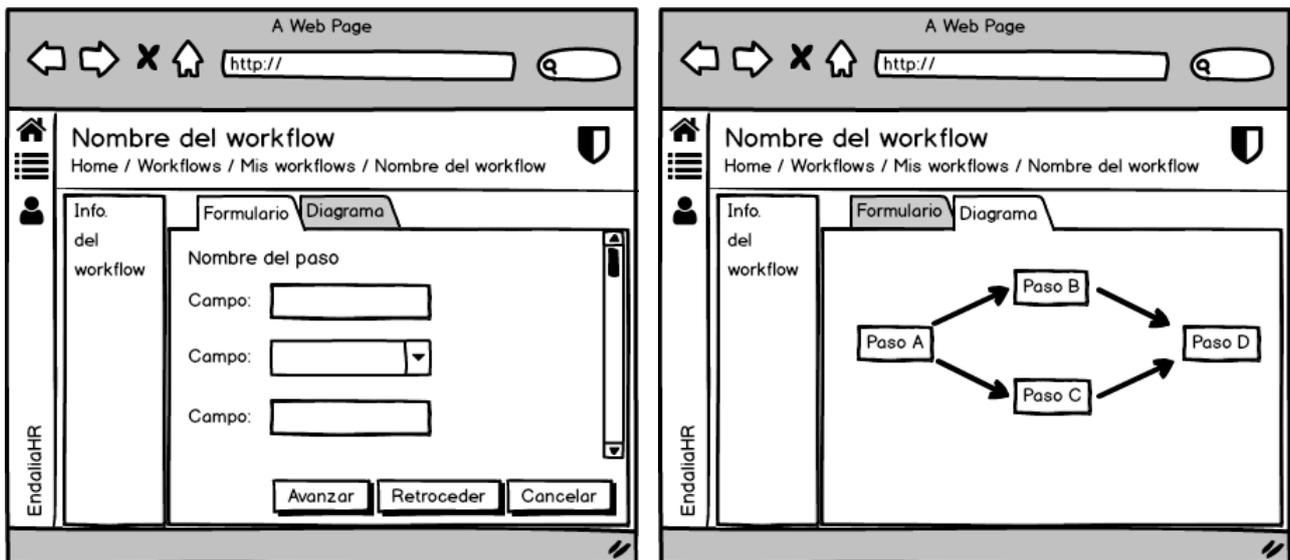


Figura 6: Prototipo de la pantalla de un paso, con el formulario y el diagrama

Por último, se ha diseñado el prototipo con más detalle para los diferentes campos del formulario:



Figura 7: Prototipos de los campos del formulario de un paso

Para finalizar, se define el modelo del dominio, esto es, las entidades que componen la aplicación:

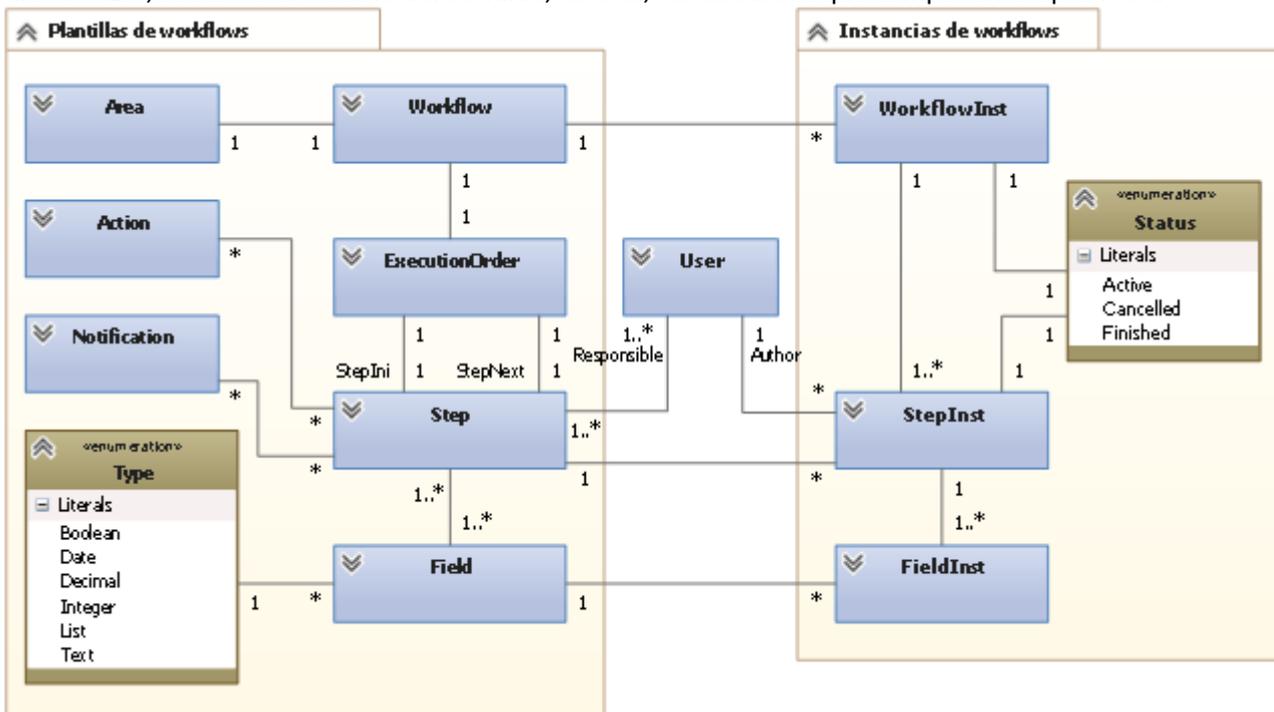


Figura 8: Modelo de dominio



2.1.4 Especificación de requisitos

A partir de los casos de uso obtenidos en el Modelo de negocio y de la recogida de requisitos llevada a cabo con el cliente, que en este caso es Endalia, se determinan los requisitos iniciales que se recogen en el Anexo “IV. Especificación de requisitos”. Tal y como indica la metodología *Rational Unified Process*, el proceso de desarrollo es iterativo e incremental, por lo que conforme se avanza en las tareas de análisis, la lista de requisitos se irá ampliando.

2.1.5 Plan de proyecto

El plan de proyecto define la planificación temporal de los recursos y la organización del trabajo en fases y tareas. Para realizar esta planificación es necesaria la información recogida en los puntos anteriores, modelo de negocio y especificación de requisitos, porque proporcionan una visión del volumen de trabajo a realizar. En cuanto a los recursos del proyecto, éste está pensado para realizarse por una persona a jornada completa en un plazo de 5 meses. En la siguiente figura se muestra la planificación:

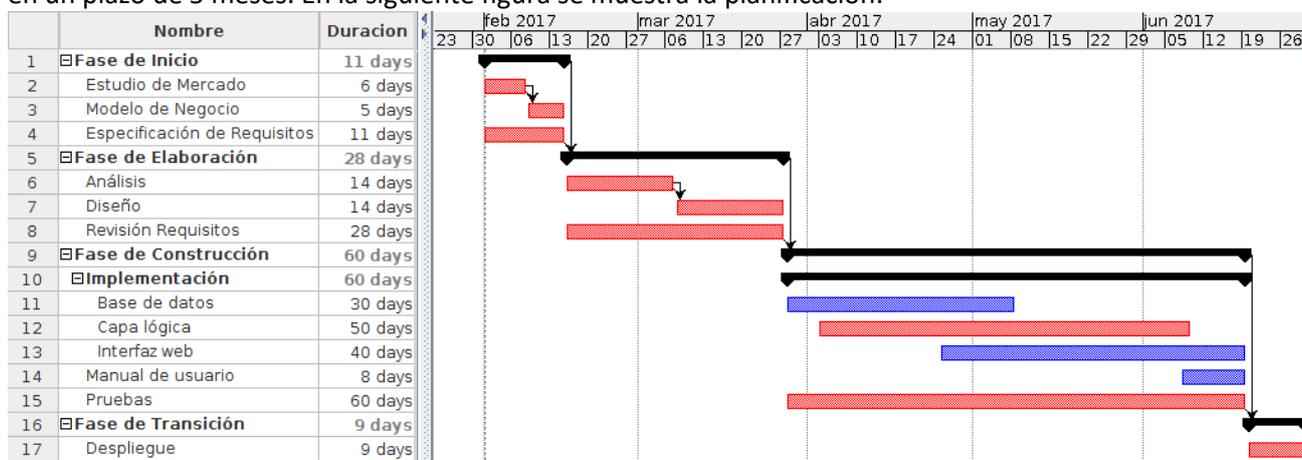


Figura 9: Planificación de las fases del proyecto

Como parte del plan de proyecto, se definen 2 estándares que se adoptarán durante la realización del proyecto y que ayudarán a ser coherentes y mantener una línea homogénea en la documentación y en el código fuente:

- Estándar de documentación: además de homogeneizar, ayuda a integrarse con la documentación de Endalia.
- Estándar de codificación: facilita la lectura y comprensión del código fuente, así como la integración en la plataforma EndaliaHR, sobre todo en lo referente a la nomenclatura de las tablas y campos de base de datos.

En los anexos “V. Estándar de documentación” y “VI. Estándar de codificación” se pueden consultar los detalles de estos estándares.

2.2 Fase de elaboración

En esta fase se elabora un análisis detallado de los casos de uso y los requerimientos y a partir de dicho análisis se crea de forma incremental un diseño que será la base para llevar a cabo la implementación en la fase siguiente.

Los artefactos que se producen son:

- Análisis y diseño: se analizan en profundidad los casos de uso y se diseña la arquitectura del sistema.
- Especificación de requisitos: se añaden los nuevos requisitos resultantes del análisis.



2.2.1 Análisis y diseño

El análisis y diseño es un proceso clave y tiene un impacto directo en la consecución de un buen resultado en los plazos fijados, es por ello que en este proyecto se ha dado mucha importancia a esta fase.

Para realizar el análisis y diseño de la aplicación se ha seguido la metodología *Object Oriented Analysis and Design* (OOAD) [10] que, tomando como base los diagramas de casos de uso de la fase inicial, se han analizado en profundidad, añadiendo nuevos detalles que han permitido encontrar nuevas funcionalidades y requisitos. A partir de estos casos de uso detallados, se han elaborado los diagramas de secuencia que representan el funcionamiento en detalle. El último paso ha consistido en diseñar un diagrama de clases a partir de esos diagramas de secuencia, que representa un modelo orientado a objetos listo para llevar a la fase de implementación.

Resulta imposible por temas de espacio incluir en la memoria todo el análisis y diseño realizado. Por esta razón se van a incluir únicamente aquellos casos más representativos y se remite al lector al anexo "VII. Análisis y diseño" para ampliar la información.

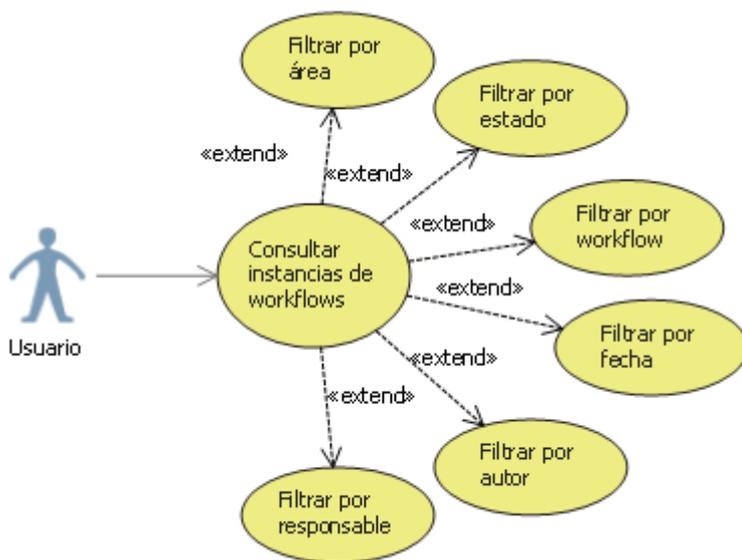


Figura 10: Caso de uso Consultar instancias

Durante el análisis se han definido los criterios por los que el usuario podrá consultar sus *workflows*:

- El tipo de *workflow*
- El área del *workflow*
- El estado (activo, finalizado, cancelado).
- La fecha en la que se realizó la última modificación.
- La persona que inició el flujo.
- El responsable del paso que está en curso.

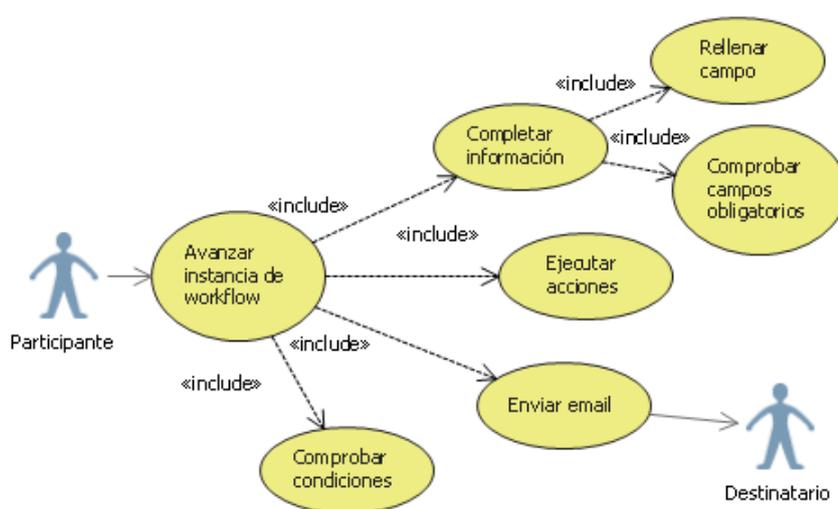


Figura 11: Caso de uso Avanzar instancia

Se han añadido funcionalidades a este caso de uso:

- Algunos campos pueden ser obligatorios y por tanto es necesario comprobar que se han rellenado.
- Se pueden configurar determinadas condiciones que deben cumplirse para poder avanzar al siguiente paso.

Durante el análisis se han definido los tipos de datos disponibles para los campos de información:

- Tipos básicos: entero, decimal, texto, fecha y booleano.



- Tipos complejos: dni y cuenta corriente. Deben validarse para evitar valores incorrectos.
- Tipo fichero. Un caso especial de fichero son las imágenes porque el GUI mostrará su contenido.
- Tipo lista de valores. El usuario debe seleccionar 1 o varios valores de una determinada lista. Algunos casos especiales de este tipo son “Lista de empleados” y “Lista de puestos”. Se han añadido para facilitar el modelado de *workflows*, ya que este tipo de datos se utiliza en muchos procesos de RRHH.
- Resultado de una consulta. Permite mostrar al usuario información obtenida a través de una consulta al sistema. Este tipo de campos son de sólo lectura.

En esta fase también se ha diseñado la arquitectura de la aplicación, que en este caso viene condicionada por alguno de los requisitos: integración con EndaliaHR y por consiguiente con su entorno web y su base de datos SQL Server. La arquitectura elegida es de 3 capas, con persistencia en una base de datos relacional:

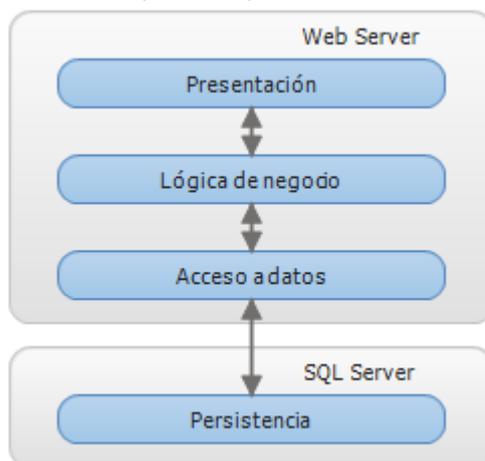


Figura 12: Arquitectura del sistema

2.2.2 Especificación de requisitos

Durante el análisis y diseño, se han perfilado los casos de uso existentes y se han añadido otros nuevos. También se han identificado nuevos requisitos que no habían sido contemplados en la fase inicial y que han sido incluidos durante esta fase. Uno de los principios fundamentales de la metodología RUP es el desarrollo iterativo. Los nuevos requisitos se han añadido a los ya existentes en el anexo “IV. Especificación de requisitos”

2.3 Fase de construcción

Durante esta fase se construye el *software* que se ha diseñado en la fase anterior. Para ello, se abordan principalmente las tareas de implementación y pruebas. Es fundamental que el nuevo software se pruebe conforme se va desarrollando.

Los artefactos producidos en esta fase son:

- Código fuente.
- Manual de usuario.
- Plan de pruebas.

2.3.1 Código fuente

Para el desarrollo del código se ha utilizado el entorno de programación Microsoft Visual Studio [11] y para el control de versiones se ha utilizado la herramienta Microsoft Team Foundation Server [12].

La implementación se ha dividido en 3 bloques:

- Base de datos.
- Capa lógica.
- Interfaz web.



En el bloque de base de datos se ha incluido la creación de las tablas y el desarrollo de los procedimientos almacenados programados en lenguaje T/SQL [13], que es el lenguaje propio de la base de datos Microsoft SQL Server [14]. Estos procedimientos almacenados se utilizan para implementar aquellas partes de la lógica del sistema que son manipulación de datos ya que, al ejecutarse en el motor de base de datos, son más eficientes que ejecutarlos en las capas superiores. Un ejemplo de esta lógica es la composición de los textos para los correos de notificación, en las que se carga una plantilla y se realizan sustituciones con los valores de los campos.

En el bloque de capa lógica se ha incluido el desarrollo de las clases diseñadas durante la fase de *Elaboración*. Se han implementado en lenguaje C# [3] y se ha hecho uso de las librerías Asp.NET [4] que proporciona Microsoft. Para el acceso a datos se ha utilizado una herramienta de tipo *mapeo objeto-relacional* [15] (por sus siglas en inglés ORM) llamada NHibernate [16] que facilita la conversión de la información desde base de datos relacional a objetos.

Por último, el bloque de interfaz web incluye la implementación de los prototipos de la interfaz gráfica y para ello se han usado las funcionalidades que ofrece Microsoft con la tecnología *WebForms* [5]. En este bloque también se ha hecho uso de los componentes gráficos proporcionados por la librería de controles de Infragistics [17] y también el uso de los componentes gráficos ya existentes en EndaliaHR, como pueden ser, los controles de para representar tablas o los controles para mostrar *popups*. Además de evitar el antipatrón de *reinventar la rueda*, se consigue una mayor integración visual con el resto del sistema EndaliaHR.

La elección de estas tecnologías responde a la necesidad de que este proyecto se integre dentro de la plataforma EndaliaHR y de que el código sea mantenido y ampliado en un futuro por el equipo de desarrollo de Endalia. Aunque se han tenido en consideración otras tecnologías alternativas, el alto grado de conocimiento y habilidades que el equipo tiene en las tecnologías mencionadas ha sido decisivo para adoptarlas en este proyecto.

A continuación, se detallan algunas métricas sobre el volumen del código generado que pueden darnos una idea del tamaño y complejidad del proyecto:

- Nº de clases desarrolladas: 39
- Nº de líneas de código: 11616
- Nº de tablas de BD: 15
- Nº de procedimientos almacenados: 28

2.3.2 Manual de usuario

El manual de usuario pretende ser una guía rápida para aquellos usuarios que utilizan la aplicación por primera vez. Aunque la interfaz se ha diseñado para ser intuitiva y fácil, hay que tener en cuenta que los usuarios de la aplicación pueden no estar familiarizados con las tecnologías informáticas y un manual de usuario puede servirles de ayuda.

Si se desea consultar, el documento está incluido en el anexo “VIII. Manual de usuario”.

2.3.3 Plan de pruebas

Las pruebas sirven para evaluar la calidad del software y para comprobar si el producto cumple los requerimientos acordados. Estas pruebas se ejecutan en cada iteración de la fase de implementación. En el plan se han incluido las pruebas de integración, que se realizan sobre el conjunto del sistema.

Por motivos de espacio limitado en la memoria, el plan de pruebas figura en el anexo IX de este proyecto.

2.4 Fase de transición

La fase de transición comprende el paso del *software* desde un entorno de desarrollo a un entorno de producción. El propósito de esta fase es verificar que el producto cumple con las especificaciones del proyecto y asegurar que el *software* esté disponible para los usuarios finales.

Los artefactos producidos en esta fase son:



- Producto final.
- Documentación técnica: para el mantenimiento y posible ampliación del *software*.
- Pruebas de aceptación: comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación en el entorno productivo.

2.4.1 Producto final

En la sección 3 se muestra un resumen del producto final, su funcionalidad, su navegabilidad y su aspecto visual.

2.4.2 Documentación técnica

La documentación técnica se genera de forma automática, a partir del código fuente y de los comentarios incluidos en él. Recordamos que todo el código ha sido comentado de acuerdo al estándar de codificación especificado en el plan de proyecto.

Para generar la documentación técnica se utiliza la herramienta *Doxygen* [18]. El formato de la documentación es *html*, para que pueda centralizarse en un servidor web compartido con el equipo de desarrollo y con una interfaz que permite la búsqueda y la navegación a través de las diferentes clases:

The screenshot shows the Endalia 4.19.2 documentation interface. The main content area displays the class reference for `integradbaccess.Domain.Orh_Wfl_WorkFlowField`. It includes an inheritance diagram showing that `integradbaccess.Domain.Orh_Wfl_WorkFlowField` inherits from `integradbaccess.Core.DomainObject<int>`. Below the diagram, there is a list of classes including `Codes`, `ConstantCodeFields`, `Constraints`, `Properties`, `SpecialDefinitions`, and `TypeField`. The `Public Member Functions` section shows the constructor `Orh_Wfl_WorkFlowField ()`. The interface is generated by `doxygen 1.8.13`.

Figura 13: Ejemplo de documentación técnica

2.4.3 Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación son el último paso del proceso y supone la aceptación por parte del cliente del desarrollo realizado. Son pruebas de *caja negra*, quiere decir que se prueba la funcionalidad de la aplicación desde la perspectiva del usuario final, sin atender a los detalles de implementación.

Dichas pruebas se pueden consultar en el anexo “IX. Plan de pruebas”.



3. RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección se va a describir de forma resumida las características principales y el funcionamiento del sistema desarrollado.

3.1 Pantallas de usuario

El usuario una vez que se ha autenticado y ha accedido al portal de EndaliaHR, tiene disponible el módulo de *workflows* en la entrada de menú “*Workflows*”.



Este menú está clasificado de la siguiente manera:

- *Mis workflows*: Pantalla para poder hacer consultas sobre los flujos que el usuario ha realizado.
- *Workflows* clasificados por áreas: Desde estos menús el usuario puede iniciar nuevas instancias.

Figura 14: Captura de pantalla del menú workflows

3.1.1 Mis workflows

La pantalla *Mis workflows* muestra al usuario un listado con aquellos flujos en los que tiene participación. Tiene la opción de filtrar los *workflows* por:

- Área
- Tipo
- Estado: “En curso”, “Finalizado”, “Soy responsable de la fase actual”.

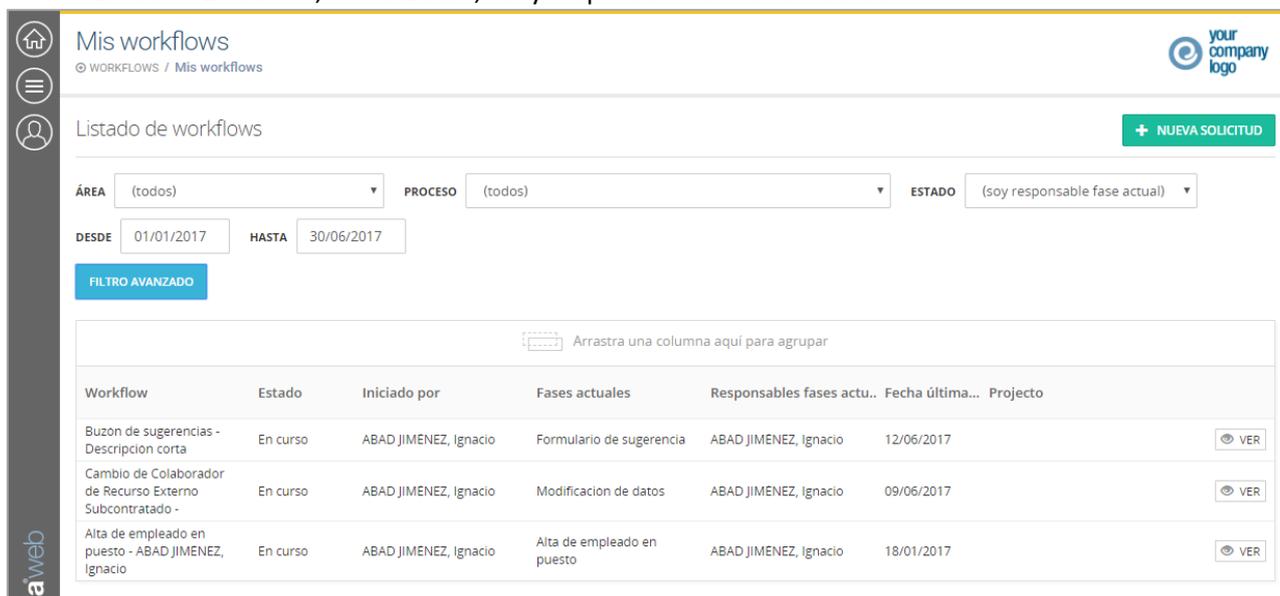


Figura 15: Captura de pantalla de “Mis workflows”

Desde esta pantalla se pueden lanzar nuevas instancias de flujos con el botón situado en la esquina superior derecha. Para facilitar la tarea al usuario, los *workflows* disponibles se muestran organizados por áreas.



Iniciar nueva solicitud

1. SELECCIONA EL ÁREA DE WORKFLOW Altas, bajas y reingresos

2. SELECCIONA EL WORKFLOW A INICIAR

Alta de nuevo empleado
Solicitud de alta de nuevo empleado

Baja de empleado
Solicitud de baja de empleado

Reincorporación empleado histórico
Alta de contrato y registro en el sistema de un empleado que ya ha estado en la organización

Vencimiento de contratos
Vencimiento de contratos

Figura 16: Popup para iniciar una nueva instancia

3.1.2 Pantalla de workflow

Tanto si el usuario abre un *workflow* desde el listado, como si crea uno nuevo, accede a la pantalla del *workflow* donde se muestra la información del mismo y desde donde puede interactuar con él:

Notificación cambio de cuenta corriente

WORKFLOWS / Mis workflows / Notificación cambio de cuenta corriente

Información general

OBJETIVOS
Solicitud de cambio de cuenta corriente

INSTRUCCIONES
Rellena la solicitud

RESPONSABLE
ABAD JIMENEZ, Ignacio

Historial

Selecciona una fase en el historial para verla en detalle.

- ▶ **Completar formulario**
Responsable: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
Modificado por: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
Modificado el 28/06/2017 a las 22:49
- ⌚ RRHH. Validación
No iniciado
- ⌚ Endalia. Tramitación
No iniciado

FORMULARIO
DIAGRAMA

Datos de solicitud

Campos de información

EMPLEADO * ABAD JIMÉNEZ, Ignacio

Nº DE EMPLEADO 02376

Nº DE CENTRO Marketing

CUENTA CORRIENTE ES15-2007-3343-93-0857867848

NUEVA CUENTA CORRIENTE * / / / /

IBAN Entidad Oficina D.C. Número cuenta

FECHA EFECTO *

DOCUMENTO DE SOLICITUD No se ha incluido fichero

OBSERVACIONES

Observaciones del empleado

(*) Campos obligatorios

Trazabilidad

Botones de acción

Figura 17: Captura de pantalla de ejecución de workflow



En esta pantalla destacamos los siguientes elementos:

- Información del paso
- Campos de información
- Trazabilidad de los pasos
- Botones de acción: permiten avanzar, rechazar o cancelar el paso (siempre que sea posible).

En el recuadro de información de la parte izquierda se muestra la ayuda y los datos relevantes para el usuario, como son las instrucciones con las tareas que debe realizar, los objetivos de este paso, etc.

Debajo, se muestra la trazabilidad del flujo, con los distintos pasos por los que ha pasado, sus estados, las personas que las han realizado y las fechas.

En la parte central de la pantalla se muestra tanto el formulario con la información del paso, como un diagrama de los pasos del *workflow* y su secuencia, que sirve de ayuda y orientación al usuario:

Alta de nuevo empleado
 WORKFLOWS / Mis workflows / Alta de nuevo empleado

Información general

OBJETIVOS
 Gestión de solicitud por parte del departamento de Servicios Generales

INSTRUCCIONES
 Amplie la información necesaria para el alta de empleado. Una vez incluida, pulse "Enviar" para notificar la información al personal de sistemas

RESPONSABLE
 No definido

Historial
 Selección una fase en el historial para verla en detalle.

- ✓ RRHH. Datos de solicitud
 Responsable: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
 Finalizado por: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
 Finalizado el 02/05/2017 a las 12:40
- ▶ Endalia. Tramitación
 Responsable: No definido
 Iniciado por: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
 Iniciado el 03/05/2017 a las 12:40
- ⌚ RRHH. Documentación firmada
 No iniciado
- ⌚ Endalia. Respuesta Contrat@
 No iniciado
- ⌚ RRHH. Copia al trabajador
 No iniciado
- ▶ SSGG. Gestión de solicitud de alta
 Responsable: No definido
 Iniciado por: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
 Iniciado el 03/05/2017 a las 12:40
- ▶ IT. Gestión de solicitud de alta
 Responsable: No definido
 Iniciado por: ABAD JIMÉNEZ, Ignacio
 Iniciado el 03/05/2017 a las 12:40
- ⌚ IT. Validación de la solicitud de alta
 No iniciado

FORMULARIO **DIAGRAMA**

Diagrama de flujo de pasos:

- RRHH. Datos de solicitud (FINALIZADO)
- Endalia. Tramitación (EN CURSO)
- SSGG. Gestión de solicitud de alta (EN CURSO)
- IT. Gestión de solicitud de alta (EN CURSO)
- RRHH. Documentación firmada (NO INICIADO)
- IT. Validación de la solicitud de alta (NO INICIADO)
- Endalia. Respuesta Contrat@ (NO INICIADO)
- RRHH. Copia al trabajador (NO INICIADO)

Figura 18: Captura de pantalla del diagrama de pasos

3.1.3 Campos de información

El formulario de un paso se compone de diferentes campos en los que se guarda la información. Según el tipo de valor de cada campo, se han implementado diferentes controles con diferente comportamiento. A continuación, se muestran algunos ejemplos de los tipos más básicos:

Los campos de tipo fecha permiten seleccionar cómodamente el día a través de un calendario:

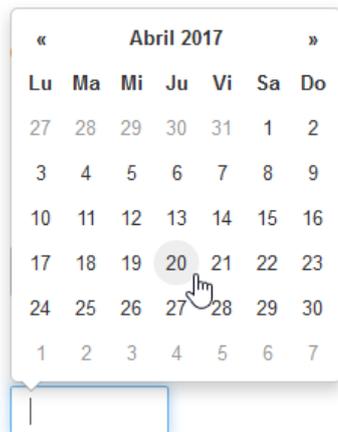


Figura 19: Campo de tipo fecha

Los campos de tipo lista permiten seleccionar un valor de entre una lista de valores definida:



Figura 20: Campo de tipo Lista

Los campos de tipo fichero permiten subir a la web un fichero desde el disco del usuario:



Figura 21: Campo de tipo fichero

Una vez que se ha subido el fichero, éste se puede descargar, modificar o borrar por parte del usuario:



Figura 22: Campo de tipo fichero para descargar

Además de los campos anteriores, se han implementado otros controles para tipos más complejos, como por ejemplo seleccionar un empleado. Este campo muestra a los empleados en un árbol según la estructura organizativa de la empresa y el usuario puede buscarlo a través de la estructura o con un buscador por nombre.



Figura 23: Campo de tipo empleado

Otro tipo de campo complejo que se ha implementado son los que tienen validación de los datos introducidos y que avisan al usuario cuando la información es incorrecta. Un ejemplo de este tipo de campos son los de número de cuenta corriente:

Figura 24: Campo de cuenta corriente antes y después de la validación

3.1.4 Campos ad-hoc

Para otorgar mayor flexibilidad al sistema, además de los tipos de campos anteriormente definidos, el sistema permite expandirse mediante tipos de campos particulares o tipos *ad-hoc*. Estos campos implementan el mismo interfaz que el resto de campos y que permiten leer y guardar su valor, así como representarlo en pantalla. Gracias a ellos, un desarrollador puede implementar cualquier campo que necesite y que no pueda modelarse con los tipos estándares.

A continuación se muestra un ejemplo de un campo *ad-hoc*, desarrollado para que el usuario indique en un calendario los días que ha realizado guardias en su empresa y se computen a final de mes.



GUARDIAS

Indicar las guardias realizadas entre el día 21 del mes anterior y el día 20 del mes actual

20 Marzo 2017 - 23 Abril 2017

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
13	20	21	22 Titular Infojobs	23	24	25 Backup Guardia	26 Backup Guardia
14	27 Titular Infojobs	28 Titular Infojobs	29	30	31	1	2
15	3 Titular Guardia	4	5	6	7	8	9
16	10	11	12	13	14	15	16
17	17	18	19	20	21	22	23

Σ Guardias Titular: 1
Guardias Backup: 2

Figura 25: Ejemplo de campo tipo ad-hoc

3.1.5 Ejemplos implementados

Para concluir esta sección acerca de los resultados obtenidos, se listan algunos de los procesos que se han implementado en el nuevo sistema de *workflows* y que se han incorporado al catálogo de funcionalidades que EndaliaHR ofrece a sus clientes:

Área	Workflows
Gestión de personas	<ul style="list-style-type: none">• Solicitud de nueva incorporación en plantilla.• Alta de nuevo empleado en la organización.• Reincorporación de un empleado histórico.• Renovación de contrato de un empleado.• Cambio de contrato de un empleado.• Baja en la empresa y Seguridad Social de un empleado.• Cambio de datos profesionales de un empleado.• Solicitud de cambio de jornada laboral• Solicitud de excedencia o licencia sin retribución
Cambios organizativos	<ul style="list-style-type: none">• Alta de empleado en puesto.• Baja de empleado en puesto.• Traslado de empleado de un puesto a otro.• Solicitud de creación de nuevo puesto.• Solicitud de baja de puesto.



Selección	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de proceso de selección para cubrir puesto • Solicitud de cierre de proceso de selección abierto
Retribución y compensación salarial	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación de cambio de salario. • Asignación de complemento salarial. • Cumplimentación del modelo 145 de comunicación de datos al pagador • Solicitud de adelanto de paga de un empleado
Desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de modificación de entrevista anual.
Vacaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de cambio de vacaciones aprobadas.
Comunicaciones internas	<ul style="list-style-type: none"> • Formulario de notificación de incidencias y solicitudes a RRHH • Solicitud de materiales y equipos PRL • Solicitud a informática • Formulario de registro de llamadas y visitas recibidas. • Registro de entrada de correspondencia • Registro de salida de correspondencia. • Formulario de reserva de salas y recursos organizativos

4. CONCLUSIONES

Este proyecto ha consistido en el desarrollo de un software de gestión de *workflows*, entendiendo por *workflow* aquel proceso organizado en pasos, en el que se transmite información de un paso al siguiente y para cada paso hay un responsable asignado. El resultado final ha sido satisfactorio y se han logrado alcanzar los objetivos definidos y cumplir los plazos fijados.

4.1 Cumplimiento de objetivos

A nivel de producto se han cumplido los objetivos marcados:

- Se ha integrado el producto final en el sistema EndaliaHR, ejecutándose dentro del mismo como un módulo más, incorporando las nuevas estructuras de datos a las ya existentes y respetando las tecnologías y estándares de desarrollo definidos.
- Se ha definido un modelo de *workflows* flexible que permite:
 - Representar una gran variedad de tipos de información, desde tipos básicos (entero, texto, fecha) a tipos más complejos (consultas al sistema, ficheros pdf/excel).
 - Representar una gran variedad de comportamientos, como pueden ser los *workflows* no lineales, las acciones de inicio de paso, las condiciones de finalización, etc.
- Se ha desarrollado un motor de ejecución de *workflows*, el núcleo principal de la aplicación.
- Se ha desarrollado una interfaz web de acceso para los usuarios, que resulta intuitiva y visual.

Además, se han cumplido los otros objetivos inherentes a cualquier desarrollo, como son la fiabilidad del sistema, la seguridad, la escalabilidad y la internacionalización.

4.2 Extensiones

El sistema se ha diseñado para ser escalable y ampliable. Uno de los puntos donde se puede ampliar la funcionalidad es añadiendo nuevos campos de formulario a los ya existentes. Estos nuevos campos se denominan *ad-hoc* y se ha mostrado un ejemplo ya implementado en la sección 3.1.4. Podrían crearse nuevos campos para cubrir nuevas necesidades de cliente que no se puedan satisfacer con los campos existentes, e.g. controles que permitan subir una imagen y editarla *online*.



Otra línea futura de desarrollo sería incorporar una herramienta que permita definir nuevos *workflows* a través de una interfaz visual. De este modo, el administrador de *workflows* podría tanto definir nuevos procesos, como realizar pequeños cambios en los *workflows* existentes de una manera cómoda e intuitiva. Esta herramienta debería emplear la notación gráfica estandarizada BPMN [9], por ser la más extendida, para representar los elementos de un *workflow*. En la bibliografía de este proyecto se añade un ejemplo de este tipo de herramienta [19].

Por último, otro posible desarrollo sería añadir soporte para alguno de los formatos de especificación de workflows más extendidos, como puede ser XPDL [20] o BPEL [21]. Esto daría la posibilidad de importar *workflows* que el cliente ya tuviera definidos en alguno de estos lenguajes.

4.3 Valoración personal

La valoración que hago tanto del trabajo realizado como del resultado obtenido es muy positiva. El desarrollo completo de un producto software resulta un reto muy motivante que me permite por un lado poner en práctica y mejorar mis conocimientos y habilidades técnicas, y por otro lado afianzarme y crecer en la toma de decisiones. Además, el proyecto lo he realizado en un entorno laboral, en el que me siento integrado y que me permite madurar como profesional. Alcanzar los objetivos fijados con un buen resultado es una satisfacción personal que me refuerza y motiva a seguir creciendo como ingeniero informático.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] «RUP,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_Unificado_Racional.
- [2] «UML,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_unificado_de_modelado.
- [3] «C#,» [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/csharp>.
- [4] «Asp.net,» [En línea]. Available: <https://www.asp.net/>.
- [5] «WebForms,» [En línea]. Available: <https://www.asp.net/web-forms>.
- [6] «EndaliaHR,» [En línea]. Available: <http://www.endalia.com/software>.
- [7] «Definición de Workflow,» [En línea]. Available: <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/wfmc/ARCHIVE/DOCS/glossary/glossary.html#RTFToC9>.
- [8] Wikipedia, «BPMN,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation.
- [9] Denis Gagné, Simon Ringuette, «BPMN Quick Guide, 2nd edition,» [En línea]. Available: <http://www.bpmnquickguide.com/view-bpmn-quick-guide/>.
- [10] «OOAD,» [En línea]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Object-oriented_analysis_and_design.
- [11] «Visual Studio,» [En línea]. Available: <https://www.visualstudio.com/es/>.
- [12] «Tfs,» [En línea]. Available: <https://www.visualstudio.com/en-us/docs/tfvc/overview>.
- [13] «Tsql,» [En línea]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/t-sql/language-reference>.
- [14] «Mssql,» [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/>.
- [15] «Mapeo objeto-relacional,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Mapeo_objeto-relacional.
- [16] «NHibernate,» [En línea]. Available: <http://nhibernate.info/>.
- [17] «Infragistics,» [En línea]. Available: <https://www.infragistics.com/>.
- [18] «Doxygen,» [En línea]. Available: <http://www.doxygen.org>.
- [19] «Demo BPMN,» [En línea]. Available: <http://demo.bpmn.io/new>.



[20] «XPDL,» [En línea]. Available: <http://www.xpdl.org/>.

[21] Oasis, «WS-BPEL,» [En línea]. Available: <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.pdf>.

[22] «WfMC,» [En línea]. Available: <http://wfmc.org/>.

[23] «Anexo I. Documento Visión, sección 2.3».

6. GLOSARIO

Término	Descripción
EndaliaHR	Plataforma informática desarrollada por Endalia para la gestión integral de procesos relativos a la organización y recursos humanos de una compañía.
ASP	Active Server Pages
CVS	Control Version System
GUI	Graphical User Interface
IDE	Integrated Development Environment
ORM	Object Relational Mapping. Es una técnica de programación para convertir datos entre un lenguaje de programación orientado a objetos y una base de datos relacional.
RUP	Rational Unified Process. Es una metodología de trabajo genérica que especifica el conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de usuario en un sistema de software, utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado UML [2].
SGBD	Sistema gestor de base de datos
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language: Lenguaje de modelado de sistemas de software desarrollado por <i>Rational</i> y de uso muy extendido
WfMS	Workflow Management System

