



**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 1**

**Infraestructura de servicios para la ejecución de flujos de trabajo  
de firma digital en el Gestor de Contenido Empresarial Alfresco**

*Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en  
Ciencias Informáticas*

**Autor:**

Isaylín Batista Rosa

**Tutores:**

Ing. Pedro Rodríguez Samon  
Ing. Julio Antonio Zamora Rosabal

La Habana, Cuba  
Junio 2012



*“La felicidad humana generalmente no se logra con grandes golpes de suerte, que pueden ocurrir pocas veces, sino con pequeñas cosas que ocurren todos los días.”*

*Benjamin Franklin*

## *Declaración de autoría*

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Centro de Informatización Universitaria de la Universidad de las Ciencias Informáticas, para que hagan el uso que estimen pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

---

Firma del Autor  
Isaylín Batista Rosa

---

Firma del Tutor  
Ing. Pedro Rodriguez Samon

---

Firma del Tutor  
Ing. Julio Antonio Zamora Rosabal

## *Agradecimientos*

*A mis padres que siempre han estado ahí cuando los he necesitado, porque son la luz de mi vida y sin ellos hoy yo no sería la persona que soy.*

*A mi abuela por darme momentos inolvidables y cuidarme siempre.*

*A mi hermano que me ha llenado de afectos y cariños.*

*A Yal, a Tere y a Norly por ser esas personitas especiales que llegan a nuestras vidas para quedarse.*

*A mi Jotin que vive junto a mí los buenos y malos momentos, que siempre me hace reír sin importar la situación, que me alienta y me anima a seguir hacia delante y que me llena de amor.*

*A toda mi familia y amigos.*

El Gestor de Contenido Empresarial Alfresco es muy utilizado en las organizaciones para la gestión de la información a lo largo de su ciclo de vida y para la automatización de los procesos de negocio. Sin embargo, la aprobación formal de documentos electrónicos es un proceso para el cual Alfresco no provee las funcionalidades necesarias para la correcta ejecución de sus actividades tanto de forma secuencial como paralela.

Con el objetivo de dar solución a este problema la presente investigación propone una infraestructura de servicios que a partir de un conjunto de flujos de trabajo de firma digital contribuya a la ejecución del proceso. Para ello se describe un marco conceptual e informativo relacionado con la gestión de procesos de negocio, flujos de trabajo y firma digital. Se realiza una valoración de las características funcionales de sistemas de gestión de contenido y portafirmas digitales, que definen y ejecutan flujos de trabajo del proceso de aprobación. Se define un marco de trabajo para el desarrollo de la solución. Se describe la solución propuesta y su arquitectura. Además, se realiza el diseño de los componentes y se validan los requerimientos de la propuesta de solución mediante métricas y técnicas de validación.

**Palabras claves:** aprobación formal de documentos, firma digital, flujos de trabajo, procesos de negocio.

## Índice general

<b>Índice de figuras .....</b>	<b>VII</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. "Fundamentación teórica de la investigación".....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Proceso de negocio.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Gestión de Procesos de Negocio (BPM).....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Flujo de trabajo.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Firma digital .....</b>	<b>8</b>
1.4.1 Necesidad de utilizar firma digital en los procesos de negocio .....	9
<b>1.5 Descripción general del proceso de aprobación formal de documentos.....</b>	<b>11</b>
<b>1.6 Los flujos de trabajo de aprobación en sistemas de gestión de contenido y portafirmas digitales .....</b>	<b>12</b>
1.6.1 Sistemas de gestión de contenido.....	12
1.6.2 Portafirmas digitales.....	14
1.6.3 Análisis de las funcionalidades de los sistemas.....	15
<b>1.7 Proceso de desarrollo de software .....</b>	<b>16</b>
<b>1.8 Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).....</b>	<b>16</b>
<b>1.9 Proceso de desarrollo con enfoque ágil basado en el nivel 2 de CMMI .....</b>	<b>17</b>
<b>1.10 Entorno de desarrollo .....</b>	<b>18</b>
1.10.1 Lenguajes.....	19
1.10.2 Herramientas.....	19
1.10.3 Tecnologías.....	20
<b>1.11 Conclusiones del capítulo .....</b>	<b>22</b>
<b>Capítulo 2. "Propuesta de solución".....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Proceso de aprobación formal de documentos en el ECM Alfresco .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Modelo conceptual.....</b>	<b>24</b>
2.2.1 Descripción de las clases.....	25
<b>2.3 Propuesta de solución .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Especificación de requisitos .....</b>	<b>27</b>
2.4.1 Requisitos funcionales .....	27
2.4.2 Requisitos no funcionales .....	28
<b>2.5 Definición de los flujos de trabajo de aprobación formal de documentos electrónicos y servicios propuestos para la solución .....</b>	<b>29</b>
2.5.1 Flujo de trabajo "En paralelo" .....	29
2.5.2 Flujo de trabajo "En serie" .....	31
2.5.3 Servicios.....	32
<b>2.6 Estados de los flujos de trabajo "En serie" y "En paralelo" .....</b>	<b>34</b>
<b>2.7 Lenguajes y tecnologías propuestas .....</b>	<b>35</b>

2.7.1	Lenguajes .....	35
2.7.2	Tecnologías .....	37
<b>2.8</b>	<b>Conclusiones del capítulo .....</b>	<b>38</b>
<b>Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución” .....</b>		<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Descripción de la arquitectura .....</b>	<b>39</b>
3.1.1	Patrón de arquitectura. Arquitectura en capas .....	39
<b>3.2</b>	<b>Patrones de flujos de trabajo.....</b>	<b>40</b>
3.2.1	Patrones de flujo básico .....	41
3.2.2	Patrones estructurales .....	42
<b>3.3</b>	<b>Diseño en jPDL de los flujos de trabajo “En serie” y “En paralelo” .....</b>	<b>43</b>
3.3.1	Flujo de trabajo “En serie” .....	44
3.3.2	Flujo de trabajo “En paralelo” .....	46
<b>3.4</b>	<b>Información que pueden mantener los flujos de trabajo.....</b>	<b>48</b>
<b>3.5</b>	<b>Modelo de despliegue .....</b>	<b>50</b>
<b>3.6</b>	<b>Conclusiones del capítulo .....</b>	<b>51</b>
<b>Capítulo 4. “Validación de los requerimientos” .....</b>		<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>Métricas de la calidad de la especificación de requisitos .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>Técnicas de validación de requisitos funcionales .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados obtenidos en la aplicación de las técnicas de validación.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4</b>	<b>Conclusiones del capítulo .....</b>	<b>59</b>
<b>Conclusiones generales.....</b>		<b>60</b>
<b>Recomendaciones .....</b>		<b>61</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>		<b>62</b>
<b>Bibliografía.....</b>		<b>67</b>

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Beneficios del uso de la firma digital</i> .....	10
<i>Figura 2. Aprobación en paralelo</i> .....	11
<i>Figura 3. Aprobación en serie</i> .....	12
<i>Figura 4. Modelo conceptual del proceso de aprobación en el ECM Alfresco</i> .....	25
<i>Figura 5. Definición del flujo de trabajo "En paralelo"</i> .....	30
<i>Figura 6. Definición del flujo de trabajo "En serie"</i> .....	31
<i>Figura 7. Arquitectura de Alfresco Web Scripts</i> .....	38
<i>Figura 8. Arquitectura de la propuesta de solución</i> .....	40
<i>Figura 9. Patrón de secuencia</i> .....	41
<i>Figura 10. Patrón de separación paralela</i> .....	41
<i>Figura 11. Patrón de sincronización</i> .....	42
<i>Figura 12. Patrón de ciclos arbitrarios</i> .....	43
<i>Figura 13. Flujo de trabajo "En serie"</i> .....	44
<i>Figura 14. Flujo de trabajo "En paralelo"</i> .....	46
<i>Figura 15. Diagrama de despliegue</i> .....	51
<i>Figura 16. Resultados de la métrica de especificidad</i> .....	54
<i>Figura 17. Resultados de la métrica de compleción</i> .....	55
<i>Figura 18. Prototipo crear petición de firma (primera revisión)</i> .....	57
<i>Figura 19. Prototipo crear petición de firma (segunda revisión)</i> .....	58
<i>Figura 20. Gráfica de aceptación del RF Crear una petición de firmas de documentos</i> .	59



## **Introducción**

Con el constante crecimiento de las tecnologías y el Internet, cada día se crea en las organizaciones un gran volumen de información necesario para su buen funcionamiento, siendo imprescindible tener un control completo del mismo. En consecuencia la información se ha convertido en el activo más valioso de las empresas y es de vital importancia gestionarla de la forma más eficiente.

En gran parte de las organizaciones, el contenido, que puede ser cualquier información como documentos ofimáticos, imágenes, videos o páginas web, se encuentra disperso en distintos soportes. Esta situación dificulta la efectividad de los procesos de negocios que se realizan a diario, como la búsqueda de información, el control de versiones, la clasificación, revisión y aprobación de documentos. El resultado de esta situación es desfavorable pues compromete la productividad de las organizaciones.

Para tratar estas ineficiencias surgen los sistemas para la gestión de contenidos empresariales que permiten crear, capturar, administrar, almacenar, preservar y distribuir todos los contenidos relacionados a los procesos organizacionales. Un ejemplo de ellos es el Gestor de Contenido Empresarial (*ECM<sup>1</sup> por sus siglas en inglés*) *Alfresco*, una alternativa de código libre para la gestión del contenido que garantiza la consistencia de los datos y optimiza la disponibilidad de la información dentro de los procesos de negocio. Los clientes y usuarios del *Alfresco* se benefician de un grupo de servicios utilizados para almacenar, buscar, acceder, clasificar y compartir el contenido, además de un conjunto de funciones de versionado, control de acceso, transformación de documentos y gestión de los flujos de trabajo<sup>2</sup> que facilitan el manejo de grandes volúmenes de información (POTSS, 2008).

*Alfresco* es un sistema que puede ser configurado y personalizado para hacer frente a los requisitos empresariales y se puede utilizar como plataforma para el desarrollo de aplicaciones actuando como repositorio de contenidos y de servicios. Estas aplicaciones existen para proporcionar las capacidades básicas que la mayoría de los usuarios necesitan para

---

<sup>1</sup> Enterprise Content Management

<sup>2</sup> Conjunto de actividades de un proceso de negocio ejecutadas de forma secuencial o paralela por distintos miembros para la obtención de un mismo objetivo.

administrar el contenido. Tienden a centrarse en la creación, gestión, acceso, consulta y uso del contenido y tienen la capacidad de administrar procesos de negocio definidos en las organizaciones.

Las aplicaciones que utilizan Alfresco pueden implicar la gestión de documentos, gestión de contenidos web, gestión de registros y el almacenamiento de imágenes que se ejecutan en las organizaciones (SHARIFF, 2009).

La gestión de los flujos de trabajo es uno de los beneficios que trae consigo Alfresco y es fundamental para las organizaciones, pues representan la definición y ejecución de los procesos de negocio. Alfresco incluye por defecto dos tipos de flujos de trabajo: los simples y avanzados. Los flujos de trabajo simples están orientados a contenido y permiten automatizar el movimiento del contenido a través de varios espacios<sup>3</sup>, mientras que los avanzados están orientados a tareas y posibilitan asignar tareas a usuarios, cambiar el estado de las tareas, reasignar la tarea a otros usuarios y cancelarlas. Dentro de los flujos de trabajo avanzados se encuentra definido el flujo de “Revisión y aprobación” que permite realizar el proceso de aprobación de forma automatizada con la intervención y participación de uno o varios usuarios que forman parte del proceso(BHAUMIK, 2011) .

La automatización de los procesos de negocio es un beneficio que las organizaciones pretenden obtener con la implantación de estas aplicaciones, pero Alfresco no provee las funcionalidades necesarias para que desde aplicaciones externas se puedan ejecutar diferentes actividades de un proceso de negocio definido tanto de forma secuencial como paralela.

El proceso de aprobación formal de documentos, *“acto mediante el cual una o varias personas le dan validez y vigencia a los requisitos que contiene un documento mediante la firma digital o física”* (CALIDAD, 2004), es afectado por esta situación y es un proceso de vital importancia en las organizaciones, pues es realizado para certificar y validar la autoría de la documentación que se gestiona en las empresas. Para ejecutarlo es necesario:

---

<sup>3</sup> Carpeta con propiedades adicionales, tales como reglas de negocio y de seguridad. Un espacio puede tener cualquier tipo de contenido sobre el cual los usuarios pueden ejecutar distintas acciones.

1. buscar el documento que se desea aprobar en la aplicación para luego imprimirlo,
2. llevar el documento ante la persona o personas que deben firmarlo,
3. escanear el documento aprobado para reincorporarlo a la aplicación.

Esta situación propicia un retraso en la ejecución del proceso de aprobación formal de documentos y de los demás procesos y actividades de las entidades que dependen de él; además se convierte en un procedimiento trabajoso y agotador que reduce en gran medida la productividad y el desempeño de los usuarios que trabajan directamente con aplicaciones que utilizan Alfresco como plataforma.

Debido a lo anteriormente expuesto surge el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo favorecer la ejecución de procesos de aprobación formal de documentos electrónicos desde aplicaciones que utilizan el Gestor de Contenido Empresarial Alfresco? Definiendo como **objeto de estudio** a la gestión de procesos de negocio, centrando su **campo de acción** en los procesos de aprobación formal de documentos electrónicos.

El propósito de la presente investigación es concebir una propuesta de solución que responda a la situación previamente mencionada, asumiendo como **objetivo general**: proponer una infraestructura de servicios para el repositorio de contenidos del Gestor de Contenido Empresarial Alfresco que a partir de un conjunto de flujos de trabajo de firma digital contribuya a la ejecución de procesos de aprobación formal de documentos electrónicos desde aplicaciones externas.

Para organizar el desarrollo del trabajo y cumplir con el objetivo propuesto se han elaborado las siguientes **tareas**:

- Elaboración de los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación.
- Elección de la metodología a utilizar.
- Identificación de los artefactos que genera la metodología elegida.
- Esquematización del principio de funcionamiento del repositorio de contenidos del ECM Alfresco.
- Evaluación del motor de flujos de trabajo integrado al ECM Alfresco.

- Selección de las herramientas, lenguajes y tecnologías para crear y gestionar flujos de trabajo.
- Diseño de los flujos de trabajo necesarios para cubrir los requerimientos identificados.
- Descripción de los principales elementos de la arquitectura propuesta.
- Ejecución de las validaciones de requisitos para identificar posibles errores de la propuesta de solución.

Para realizar la actividad científico-investigativa se han utilizado los siguientes métodos de investigación científica:

## **Métodos teóricos**

- Analítico-Sintético: facilitó analizar y extraer de la documentación especializada los principales aspectos relacionados con los procesos de aprobación de documentos, la firma digital, los flujos de trabajo de firma de documentos y los pasos para su definición y ejecución, facilitando el estudio de conceptos fundamentales como: flujos de trabajo y procesos de negocio. Se dividió en tres etapas consulta y análisis de la información, extracción y recopilación de la información de interés y elaboración del marco teórico.
- Modelado: permitió crear abstracciones del proceso de aprobación formal de documentos y de los flujos de trabajo de firma de documentos electrónicos definidos para obtener un mejor entendimiento de las actividades y tareas que en ellos se realizan y que forman parte de la solución propuesta.

## **Método empírico**

- Entrevista: proporcionó a la investigación de una visión más amplia de lo que se quería obtener, logrando precisar la situación existente y el estado actual del proceso de aprobación en el ECM Alfresco, además de tener un mayor conocimiento de los procesos de gestión documental, específicamente de los procesos de aprobación formal de documentos y los flujos de trabajo de firmas.

La propuesta de solución presentada por la presente investigación posibilitará:

- Agilizar y mejorar la ejecución de los procesos de aprobación de documentos y demás procesos que requieren de él y la toma de decisiones.
- Incrementar la productividad de los usuarios que interactúan con el ECM Alfresco y aplicaciones externas que lo utilizan como plataforma.

- Automatizar el proceso de aprobación formal de documentos tanto en paralelo como en serie en el ECM Alfresco.

El documento se ha estructurado en cuatro capítulos, distribuidos de la siguiente forma:

**Capítulo 1 “Fundamentación teórica de la investigación”:** se introduce la terminología básica utilizada, presentando los conceptos y aspectos fundamentales de la gestión de procesos de negocio, flujos de trabajo y la descripción general del proceso de aprobación formal de documentos. Se brinda una visión general y la valoración de las características funcionales de diferentes sistemas que definen y ejecutan los flujos de firma de documentos electrónicos. Finalmente se realiza la selección y justificación de las herramientas, lenguajes y tecnologías utilizadas para el desarrollo de la propuesta de solución.

**Capítulo 2 “Propuesta de solución”:** se describe el estado actual del proceso de aprobación formal de documentos en el ECM Alfresco y se realiza la representación del modelo conceptual para una mejor comprensión del problema. Se propone una solución ante la situación problemática existente, especificando los requerimientos y definiendo los flujos de trabajo y servicios para la propuesta de solución. Además se realiza una propuesta de las herramientas y tecnologías que pudieran ser utilizadas para la implementación de la propuesta.

**Capítulo 3 “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”:** se exponen los patrones de flujos de trabajo y la arquitectura utilizada, además se presenta el diseño de los flujos de trabajo de aprobación formal de documentos definidos para la propuesta de solución con la descripción de cada uno de ellos y se modela el diagrama de despliegue de la solución.

**Capítulo 4 “Validación de los requerimientos”:** se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de métricas de la calidad de la especificación y las técnicas de validación revisión de requerimientos y construcción de prototipo.

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

## Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

Hoy el mundo se beneficia de los nuevos paradigmas tecnológicos derivados de una sociedad donde al acelerado e incontrolable avance de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ha modificado la manera en la que los negocios se llevan a cabo. Este cambio ha dado origen a la administración electrónica que se define como el uso de las tecnologías para mejorar y transformar los procesos de negocio de las empresas. Surgen, por tanto, nuevas necesidades de capturar, modelar, ejecutar y monitorizar los procesos de negocio. En este nuevo escenario los flujos de trabajo y las tecnologías asociadas a ellos ofrecen un marco adecuado para abordar estas necesidades.

En el actual capítulo se presentan elementos conceptuales y características que permiten centrarse en el contexto de la investigación. Se realiza un estudio de diferentes sistemas que brindan entre sus funcionalidades la ejecución de flujos de trabajo relacionados con el proceso de aprobación formal de documentos electrónicos. Finalmente, se precisa las herramientas, lenguajes y tecnologías que se utilizan durante el proceso de desarrollo de la propuesta de solución.

### 1.1 Proceso de negocio

La *Workflow Management Coalition*<sup>4</sup> (WFMC) define que un proceso de negocio es un: *“conjunto de uno o más procedimientos o actividades directamente ligadas, que colectivamente realizan un objetivo de negocio, normalmente dentro del contexto de una estructura organizacional que define roles funcionales y relaciones entre los mismos”* (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 1999).

Entiéndase por actividad a la realización de un conjunto de tareas necesarias para la obtención de un resultado y por procedimiento, a la forma específica de llevar a cabo una actividad.

Un proceso de negocio puede ser parte de un proceso mayor o bien puede incluir otros procesos de negocio. Cada proceso de negocio es dirigido tanto por personas como por

---

<sup>4</sup>Organización internacional fundada en agosto de 1993 sin fines de lucro, formada por vendedores, usuarios, analistas y grupos universitarios de investigación de flujos de trabajo y gestión de procesos.

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

equipos que presentan diferentes especialidades y realizan actividades lógicamente relacionadas para la ejecución del mismo.

La aprobación formal de documentos es un ejemplo de proceso de negocio que se desarrolla en diferentes organizaciones, incluye distintos participantes como los revisores y los solicitantes. Para su desarrollo es necesario realizar un conjunto de tareas como: asignar el documento a la persona correspondiente para su evaluación y revisar el documento.

## 1.2 Gestión de Procesos de Negocio (BPM)

La gestión de procesos de negocio es una disciplina que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente (CARRASCO, 2011).

Se fundamenta en un ciclo de vida durante el cual se diseñan, modelan, automatizan, ejecutan, monitorizan y optimizan los procesos de negocio de una empresa. En cada una de las fases del ciclo de vida del modelo BPM se ejecutan una serie de actividades para la ejecución de dichos procesos.

Con la gestión de los procesos de negocio las organizaciones se favorecen de los siguientes beneficios: (CARRASCO, 2011)

- conocer lo que se hace y cómo lo hacen, lo que permite tener consciencia de las fortalezas y carencias de la organización,
- aplicar métodos de mejora continua y aseguramiento de calidad que permiten aumentar la eficiencia y la eficacia,
- rediseñar un proceso para obtener rendimientos mayores,
- innovar a diferentes niveles de profundidad (proceso, actividad y tarea),
- facilitar el emprendimiento porque todo nuevo negocio debe sustentarse en procesos del negocio que deben estar bien definidos.

## 1.3 Flujo de trabajo

La WfMC define que *"un flujo de trabajo implica la automatización de procesos organizacionales donde tareas, documentos e información son pasados de un participante a*

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

otro de acuerdo a un conjunto definido de reglas para alcanzar o contribuir a alcanzar un objetivo de la organización” (WORKFLOW MANAGEMENT COALITION, 1999).

En el contexto de la presente investigación se define un flujo de trabajo como una colección de actividades de un proceso de negocio ejecutadas de forma secuencial o paralela por distintos miembros para la obtención de un mismo objetivo. Su definición y control puede ser manual, informatizado o mixto.

Los flujos de trabajo permiten modelar los procesos que ocurren en una organización y aportan un grupo de beneficios como: (PIXELWARE, 2011)

- ahorro de tiempo y mejora de la productividad y eficiencia de la empresa debido a la automatización de muchos procesos de negocio,
- mejora del control de procesos,
- mayor flexibilidad en los procesos pues permiten su rediseño de acuerdo con las necesidades cambiantes del negocio,
- optimización de la circulación de información interna entre el personal de la organización,
- integración de procesos empresariales.

## 1.4 Firma digital

El concepto de firma digital se introduce por primera vez en 1976 por Diffie<sup>5</sup> y Hellman<sup>6</sup> donde expresan que es un *“sistema capaz de sustituir al actual contrato por escrito de forma puramente electrónica de comunicación”...“fenómeno digital con las mismas propiedades de una firma escrita”...“Debe ser fácil para cualquier persona reconocer la firma como auténtica, pero imposible para cualquiera que no sea el firmante legítimo para producirlo”* (DIFFIE y HELLMAN, 1976).

La firma digital es una de las aplicaciones de la criptografía asimétrica y se utiliza para establecer la autenticidad e integridad de mensajes y documentos electrónicos. La verificación

---

<sup>5</sup> Whitfield Diffie, en 1965 se graduó de matemático en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. En 1976 publicó junto a Martin Hellman “New Directions in Cryptography”, convirtiéndose en pionero de la criptografía asimétrica.

<sup>6</sup> Martin E. Hellman, se graduó en la Universidad de Nueva York en 1966 con el título de Ingeniería Eléctrica. Hellman es famoso por ser el inventor junto a Diffie de la criptografía de llave pública.



# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

de la firma digital permite determinar cuándo un mensaje o documento ha sido alterado. Además tiene la propiedad de que solo puede ser producida de manera correcta por una entidad y ser verificada por cualquiera que reciba el mensaje o documento firmado digitalmente.

Básicamente la firma digital es un conjunto de datos asociados a un mensaje digital que permite garantizar la identidad del firmante y la integridad del mensaje (EQUIHUA, 2007).

Provee a los documentos de diferentes criterios de seguridad que se presentan a continuación:

- **autenticidad** – permite identificar el generador de la información,
- **confidencialidad** – posibilita que la información se mantenga privada,
- **integridad** – asegura que la información no pueda ser manipulada,
- **no rechazo** – no se puede negar la autoría del documento.

## 1.4.1 Necesidad de utilizar firma digital en los procesos de negocio (AIIM, 2010)

En un reporte realizado por la Comunidad Global de Profesionales de la Información AIIM<sup>7</sup> (*Association for Information and Image Management*) en el año 2010, se analiza el uso y la necesidad de utilizar soluciones de firma digital en diferentes entidades como Salud, Finanzas, Banca, Seguro, Educación, Energía y Servicios Públicos. Para obtener los resultados del reporte se realizó un grupo de encuestas a usuarios y no usuarios de la firma digital, demostrándose que:

- acelerar la ejecución del proceso de aprobación y el ahorro del tiempo del personal se consideran los mayores beneficios de los usuarios de soluciones de firma digital,
- para el 40% de los no usuarios de soluciones de firma digital la mitad o más de sus flujos de trabajo de documentos electrónicos son interrumpidos por la necesidad de firmar los documentos,
- para el 23% de los no usuarios de firma digital el proceso de aprobación demora una semana o más,
- en el 63% de las organizaciones sin sistemas de firma digital, más de la mitad de los

---

<sup>7</sup> Organización mundial sin fines de lucro fundada en 1943, se basa en una fuerte tradición de investigación y proporciona servicios de investigación independiente, educación y programas de certificación para profesionales de la información.

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

documentos se imprimen sólo para añadir una firma,

- para el 40% de las organizaciones más de la mitad de sus principales procesos de negocio y documentos formales requieren firma.

A continuación se presenta una de las preguntas realizadas en la encuesta a 84 usuarios de soluciones de firma digital: ¿Cuál es el mayor beneficio que le aporta el uso de sistemas de firma digital? En la siguiente gráfica se recogen los resultados obtenidos:

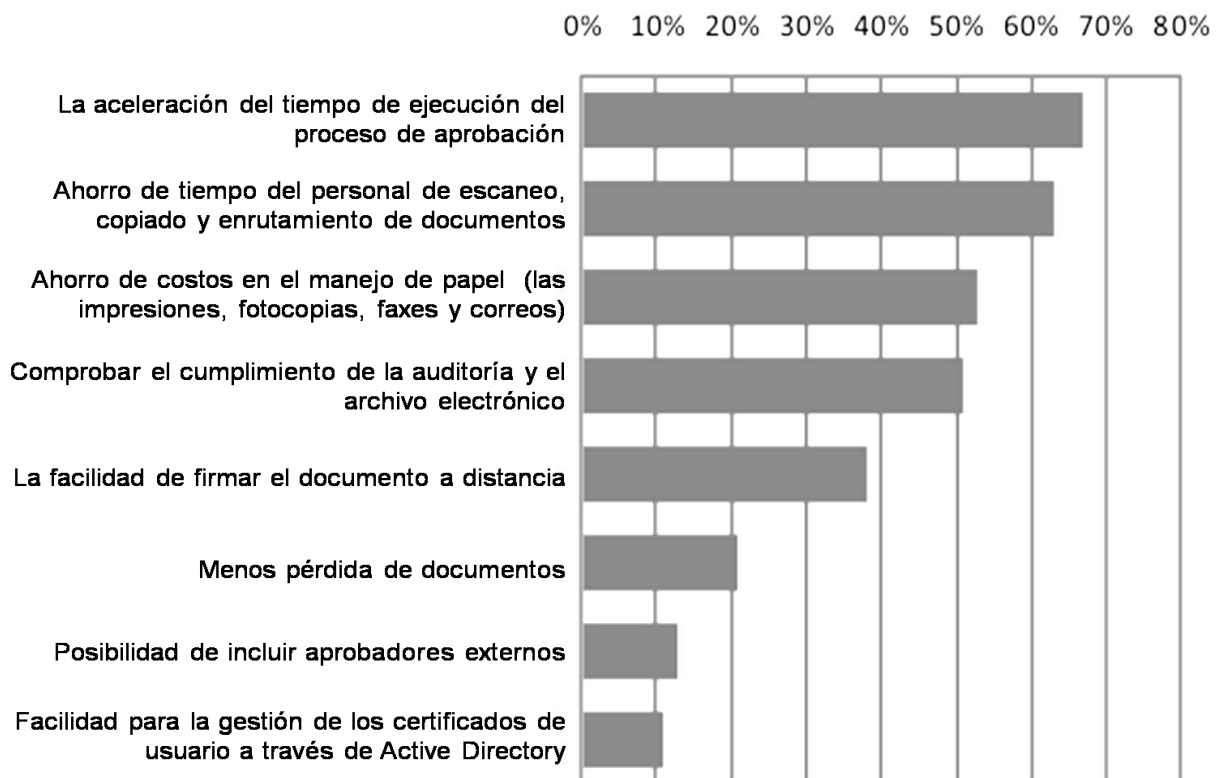


Figura 1. Beneficios del uso de la firma digital

En base a las respuestas de los usuarios que realizaron la encuesta, se concluye que los mayores beneficios que aportan los sistemas de firma digital a las organizaciones son: acelerar la ejecución del proceso de aprobación; ahorro del tiempo utilizado por el personal para escanear, copiar y organizar documentos y el ahorro de los costos producidos por el manejo del papel.

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

## 1.5 Descripción general del proceso de aprobación formal de documentos

Se entiende por aprobación formal de un documento al “acto mediante el cual una o varias personas le dan validez y vigencia a los requisitos que contiene. La aprobación es competencia de la autoridad que haya sido designada para realizarla. Este hecho se plasma sobre el documento mediante la firma (digital o física), o añadiendo el nombre de la persona que lo aprueba” (CALIDAD, 2004). El documento puede no ser aprobado si no se está de acuerdo con lo que en él se especifica.

Para realizar el proceso se ejecutan los flujos de trabajo de aprobación que siguen el proceso de firmado por el cual pasa el documento que puede ser aprobado por una o más personas. Cuando varios miembros deben realizar la aprobación sobre el mismo documento, el proceso de firmado se divide en dos tipos:

En paralelo: cuando el documento necesita ser firmado por un conjunto de aprobadores que mediante su firma o nombre aprueban el documento de forma independiente (Figura 2).

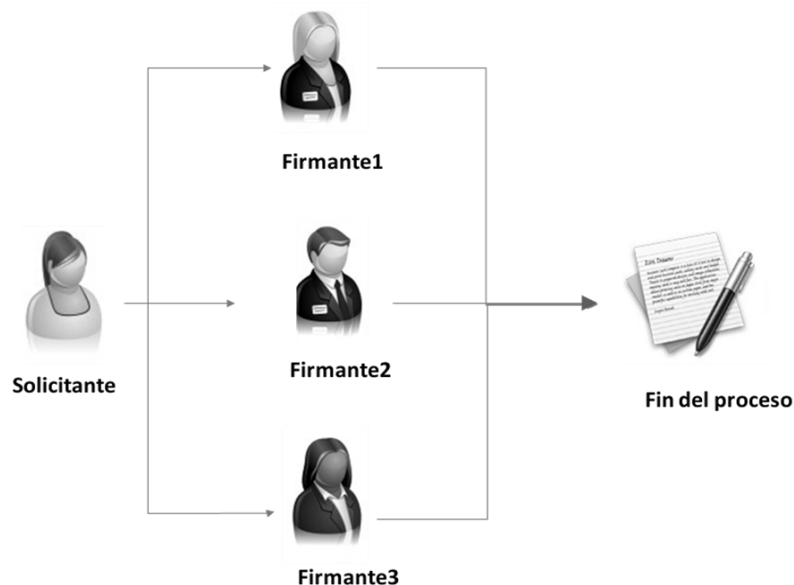


Figura 2. Aprobación en paralelo

En serie: cuando el documento necesita ser firmado por un conjunto de aprobadores de forma única en una secuencia, es decir, el documento será aprobado por un firmante junto con las firmas realizadas por los demás firmantes hasta el momento, el proceso termina cuando el documento es firmado por todas las personas correspondientes (Figura 3).

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”



*Figura 3. Aprobación en serie*

Este proceso puede ejecutarse de forma independiente o puede formar parte de otros procesos de negocios como el proceso de elaboración de un proyecto. Su correcta ejecución es de vital importancia debido a que certifica la validez de los documentos que circulan en las empresas u organizaciones.

## **1.6 Los flujos de trabajo de aprobación en sistemas de gestión de contenido y portafirmas digitales**

El flujo de información que se intercambia en las empresas y administraciones es cada vez mayor al igual que la cantidad de documentación que necesita ser aprobada. Por ello se han desarrollado diversos sistemas que incluyen un conjunto de flujos de trabajo de aprobación de documentos electrónicos permitiendo que el proceso de aprobación documental sea fácil de realizar, en un menor tiempo y de una forma más organizada. A continuación se presentan ejemplos de estos sistemas:

### **1.6.1 Sistemas de gestión de contenido**

#### **SharePoint (OFFICE, 2012)**

SharePoint es una plataforma de colaboración empresarial que permite incrementar la productividad y administrar los contenidos, incluye un conjunto de flujos de trabajo de aprobación que se pueden usar para administrar los procesos empresariales (un flujo de trabajo de aprobación distribuye elementos a personas específicas para su aprobación). Administra y hace un seguimiento de todas las tareas humanas implicadas en el proceso y proporciona un registro del proceso una vez que este se completa.

En SharePoint los flujos de trabajo de aprobación sustentan cualquier proceso empresarial que requiere enviar documentos o elementos a un compañero o jefe para su aprobación. Los usuarios inician el flujo de trabajo y luego seleccionan a quién enviar el documento o elemento

# *Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”*

para ser aprobado, las fechas de vencimiento y las instrucciones relevantes. El flujo de trabajo asigna automáticamente la tarea al primer participante en el flujo y si las alertas de correo electrónico están habilitadas, se enviará un mensaje de correo electrónico a los participantes. Si el flujo de trabajo tiene varios participantes las tareas pueden ser asignadas en serie o en paralelo. Cuando los participantes reciben el correo electrónico de las tareas o van directamente a la lista de tareas, pueden ver el elemento o documento y las acciones de aprobar, rechazar, solicitar cambios o reasignar el documento. Mientras se ejecuta el flujo de trabajo, los participantes y el propietario del flujo pueden ver el estado del mismo. Cuando son terminadas las tareas, el flujo de trabajo finaliza y el propietario recibe una notificación informándole que el flujo se ha completado.

## **Nuxeo (SOFTWARE, 2010)**

Nuxeo es una plataforma para la Gestión de Contenido Empresarial. Dispone de algunas de las opciones que facilitan la tarea de gestionar los documentos en las empresas como son: servidor de documentación, espacio de usuario y de grupo, versiones, flujos de trabajo y notificaciones.

Esta herramienta incluye una función de flujo de trabajo que permite a los usuarios configurar tareas sencillas o tareas con varias etapas. El flujo de trabajo ayuda a que el contenido fluya a través de procesos de negocio. Permite establecer flujos de trabajo que son guardados para su posterior reutilización con una plantilla para garantizar la coherencia de los procesos a través de los equipos.

La plataforma tiene definido y permite ejecutar los siguientes flujos de trabajo:

- Flujo de trabajo en paralelo,
- Flujo de trabajo en serie,
- Flujo de trabajo de aprobación.

Los flujos de trabajo en paralelo y en serie son creados por un usuario y se diferencian por el orden de asignación. En el flujo de trabajo en paralelo, todos los usuarios pueden revisar el documento tan pronto como el flujo de trabajo sea iniciado. Por otra parte el flujo de trabajo en serie es ordenado, es decir, que los participantes puedan revisar el documento sólo cuando el usuario anterior de la lista haya aprobado el documento.

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

El flujo de trabajo de aprobación es creado por un usuario quien define las propiedades del flujo de trabajo y los usuarios que participan en el flujo. Cuando los participantes hayan aprobado el documento, el flujo de trabajo queda automáticamente finalizado.

## 1.6.2 Portafirmas digitales<sup>8</sup>

### **Viafirma Inbox** ( USÚA, 2010)

Viafirma Inbox es una versión digital del portafirmas tradicional, que consiste en una bandeja donde una persona recibe los diferentes documentos que debe firmar. Se encuentra integrado con la plataforma de firma digital Viafirma. Entre sus características funcionales encontramos que:

- permite clasificar las peticiones en carpetas (Bandeja de entrada, Pendientes, En Espera, Terminadas, Devueltas, Enviadas y Caducadas),
- soporta distintos tipos de modalidades de firma de cualquier tipo de documento
  - Firma individual (por parte de un usuario, firma de un solo documento o de un lote de documentos),
  - Firma de uno o varios documentos por parte de varios usuarios, en serie o en paralelo,
- admite añadir documentos desde el ordenador del usuario o referenciando documentos almacenados en sistemas de gestión documental,
- muestra un calendario visual con avisos de caducidades de firma y control de tareas,
- presenta servicio de verificación de copias auténticas, sistemas de alertas y avisos por correo electrónico.

### **Portafirmas Electrónico eSigna** (INDENOVA, 2011)

El Portafirmas Electrónico eSigna permite firmar de forma electrónica todos los documentos que los usuarios requieran. Para cada uno de los documentos el sistema permite definir los firmantes que van a intervenir, pasando los documentos a firmar de uno a otro usuario de forma automática. El sistema presenta las siguientes características:

- cada usuario dispone de un buzón con sus tareas pendientes, avisos o notificaciones recibidas.

---

<sup>8</sup> Sistemas que gestionan el tratamiento de la firma electrónica de documentos.

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

- los usuarios tienen ubicado en un buzón único todos los documentos pendientes de firma,
- posibilita identificar las tareas prioritarias, filtrar sobre los listados y ordenar por cualquier columna,
- se puede conocer en todo momento el estado en que se encuentra un documento,
- permite firmar electrónicamente uno o más documentos y enviar avisos y notificaciones por correo electrónico,
- una vez firmado los documentos serán remitidos automáticamente al siguiente firmante,
- el sistema permite firmar electrónicamente cualquier fichero, sin importar el formato y tamaño del mismo,
- la incorporación de la firma digital a los procesos de negocio que se ejecutan en el marco de un sistema de gestión documental.

## **Port@firmas (PAE, 2011)**

Port@firmas es un sistema de flujos de trabajo orientado a la firma digital de documentos electrónicos. Su funcionalidad principal es actuar como una herramienta de gestión de firma de documentos que permite a los usuarios crear peticiones registrando los documentos y designando a los firmantes. Posteriormente cuando el firmante decida firmar el documento éste se recuperará del Porta@firmas, realizándose después el proceso de firma. El sistema brinda la posibilidad de rechazar un documento por parte del firmante hacia el remitente especificando el motivo de la devolución.

Port@firmas proporciona los medios para consultar el histórico con los estados por los que pasan los documentos, permite realizar el envío de avisos a través de correo electrónico además de la descarga de los documentos registrados, así como la firma electrónica y la obtención del recibo de la transacción de firma realizada.

### **1.6.3 Análisis de las funcionalidades de los sistemas**

Los sistemas analizados anteriormente presentan funcionalidades que engloban las generalidades del proceso de aprobación formal de documentos y se utilizan como guía para la obtención de los requerimientos de la solución propuesta, tales como:

- permiten iniciar y ejecutar flujos de trabajo de aprobación,

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

- realizan las asignaciones de forma secuencial o paralela según el tipo de proceso.
- brindan la posibilidad de conocer el estado en el que se encuentra el flujo de trabajo.
- registran los flujos de trabajo para su posterior utilización,
- posibilitan la consulta de los documentos asociados al proceso,
- permiten definir notificaciones sobre el estado del flujo.

Además se identificaron elementos que pueden ser útiles para la construcción de la solución propuesta como:

- tipo de flujo de trabajo que se va a realizar: en serie o en paralelo,
- datos que conforman las tareas asignadas como: las fechas de caducidad,
- plantillas para el registro de los flujos de trabajo,
- lista de usuarios que aprobarán el documento,
- estado de las peticiones: pendientes, en espera, caducas, terminadas.

## 1.7 Proceso de desarrollo de software

Un proceso de desarrollo de software es un conjunto de actividades y resultados que producen un producto de software. Estas actividades son llevadas a cabo por los ingenieros de software. Se especifican cuatro actividades fundamentales de procesos que son comunes para todos los procesos de software, estas actividades son: (SOMMERVILLE, 2005)

- **especificación del software** – donde los clientes e ingenieros definen el software a producir y las restricciones sobre su operación.
- **desarrollo del software** – donde el software se diseña y se programa.
- **validación del software** – para asegurar que es lo que el cliente requiere.
- **evolución del software** – donde el software se modifica para adaptarlo a los cambios requeridos por el cliente y el mercado.

## 1.8 Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI) (INSTITUTE, 2012)

CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) es un enfoque de mejora de procesos que proporciona a las organizaciones los elementos esenciales de procesos efectivos para mejorar su rendimiento. Basada en CMMI la mejora de procesos incluye la identificación de las



# *Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”*

fortalezas y debilidades de los procesos de la organización y convertir las debilidades del proceso en fortalezas.

CMMI está orientado a la garantía de calidad del software y a la acreditación de empresas dedicadas al desarrollo de software en función del nivel de madurez de sus procesos de producción. Representa la fusión de un conjunto de modelos orientados a la mejora de procesos de ingeniería del software, ingeniería de sistemas, desarrollo de productos y adquisición de aplicaciones. Parte de las prácticas actuales y logra una mejora continua a través de una cultura de procesos. Su implementación aumenta la fiabilidad del software producido, la visibilidad de los procesos de producción y soporte, la reusabilidad de componentes y como resultado de la combinación de este tipo de mejoras, disminuyen los costes de producción y mantenimiento de las aplicaciones.

## **1.9 Proceso de desarrollo con enfoque ágil basado en el nivel 2 de CMMI** (CALISOFT, 2009)

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) actualmente se encuentra inmersa en un proceso de mejora de los procesos que se desarrollan como parte de la construcción del software basado en el modelo CMMI. El proceso de mejora tiene como objetivo que la Universidad alcance el nivel dos del modelo CMMI, lo que la convertiría en la primera institución en el país certificada con este modelo.

CMMI es un modelo de referencia para el crecimiento de capacidades y madurez, que se enfoca tanto en procesos de Administración como de Ingeniería de Sistemas y Software. Con su instauración se espera alcanzar beneficios como:

- calendarios y presupuestos predecibles en los proyectos,
- mejora del ciclo de vida dentro del desarrollo de software,
- mayor productividad,
- mayor calidad de los productos y servicios que ofrece la universidad a sus clientes y por ende la satisfacción de los mismos,
- mejorar la moral del personal que labora en el centro.

El proceso de desarrollo ágil con segundo nivel de CMMI tiene definido el siguiente ciclo de vida:

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

**Estudio preliminar:** se realiza un estudio profundo de la organización cliente que posibilita obtener la información requerida para determinar el alcance del proyecto, así como la estimación del costo, tiempo y esfuerzo.

**Modelado de negocio:** se comprende el negocio de la entidad con el objetivo de que el software a desarrollar cumpla con lo que realmente quiere el cliente. Se pueden utilizar técnicas para la descripción del modelado del negocio como la Notación de Modelado de Proceso de Negocio.

**Requisitos:** el objetivo fundamental es desarrollar el modelo del sistema, identificando los requisitos funcionales y no funcionales con las descripciones correspondientes en cada caso.

**Análisis y diseño:** se realiza el análisis y el modelado del sistema a partir de los requisitos definidos previamente.

**Implementación:** a partir de los artefactos obtenidos durante el análisis y diseño se procede a realizar la implementación del software en términos de componentes de implementación.

**Pruebas internas:** se realizan las pruebas internas con el equipo del proyecto en cada una de las iteraciones o versiones finales próximas a ser liberadas, según lo defina el proyecto. Se desarrollan artefactos de pruebas como: diseños de casos de prueba y listas de chequeo.

**Pruebas de liberación:** pruebas realizadas por parte de la oficina o institución encargada de la calidad y de la certificación del proyecto a todos los entregables de los proyectos antes de ser entregados al cliente para su aceptación.

**Despliegue:** se realiza la entrega de la aplicación al cliente, así como la configuración y prueba en el ámbito del cliente. Las pruebas realizadas durante esta fase incluyen pruebas de aceptación y pruebas pilotos. Se deben realizar además capacitaciones a los trabajadores del sistema.

**Soporte:** por un tiempo limitado el proyecto ofrecerá un servicio para resolver conflictos y problemas de usabilidad y rendimiento del software entregado al cliente, suministrándole actualizaciones y parches a errores.

## 1.10 Entorno de desarrollo

Para darle solución al problema planteado en la investigación se hizo necesario elegir los lenguajes, herramientas y tecnologías que conforman el entorno de trabajo de la misma. Para

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

realizar el presente estudio se tiene en cuenta que la solución propuesta va a ser una extensión de la API de servicios de flujos de trabajo del ECM Alfresco, lo que implica que la mayoría de los componentes del entorno de desarrollo son empleados por el gestor para desarrollar distintas funcionalidades que se relacionan con la propuesta. A continuación se presentan los componentes que se utilizan.

## 1.10.1 Lenguajes

### Lenguaje de modelado Unified Modeling Language (UML)

El Lenguaje Unificado para la Construcción de Modelos se define como un lenguaje gráfico utilizado para especificar, visualizar, construir y documentar cada una de los artefactos que comprende el proceso de desarrollo de un sistema de *software*. Es un sistema notacional (que, entre otras cosas, incluye el significado de sus notaciones) destinado a los sistemas de modelado que utilizan conceptos orientados a objetos (LARMAN, 2004).

Se utiliza UML para el modelamiento de los artefactos generados durante el proceso de desarrollo como, el modelo conceptual y el diagrama de despliegue.

### Lenguaje de desarrollo Java Process Definition Language (jPDL)

El lenguaje jPDL permite especificar la ejecución de un proceso como un grafo dirigido e incluye un conjunto de tipos de nodos diseñados para cubrir la mayor parte de los escenarios posibles. Está diseñado para interactuar con Java de modo que la integración con plataformas de este tipo resulta muy sencilla. Es un lenguaje muy intuitivo y permite entender los flujos de trabajo de manera visual (JBOSS, 2010).

Alfresco tiene integrado a jBPM como motor de flujos de trabajo que utiliza el lenguaje jPDL para la definición de los flujos (BHAUMIK, 2011). Debido a ello y a las características mencionadas anteriormente jPDL se emplea para definir los flujos de trabajo y realizar la descripción de los procesos mediante la definición de tareas y actividades.

## 1.10.2 Herramientas

### Visual Paradigm

Herramienta profesional de diseño UML que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de *software*: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Esta

# Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”

herramienta de modelado ayuda a una rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y aún menor costo (PARADIGM, 2010).

En el contexto del presente trabajo Visual Paradigm es la herramienta que se utiliza para el modelado de los artefactos obtenidos durante el proceso de desarrollo como el diagrama de despliegue y el modelo de dominio.

## Entorno integrado de desarrollo Eclipse

Eclipse es un entorno integrado de desarrollo para Java. Está diseñado para que sea extensible con la adecuada implementación de módulos. Permite administrar el espacio de trabajo, compilar códigos fuentes en tiempo real y el control de versión sobre el código fuente (UBUNTU, 2011).

El código fuente de Alfresco se distribuye como proyectos de Eclipse lo que facilita que los mismos puedan ser importados en esta herramienta y a su vez dificulta que esta operación se pueda ejecutar con la misma facilidad en herramientas como NetBeans y JDeveloper.

Ejecutables de Alfresco, dependencias, documentación y ejemplos se distribuyen como proyectos generados por esta misma herramienta; en particular los proyectos SDK AlfrescoEmbedded y SDK AlfrescoRemote son los más utilizados (POTTS, 2008).

Entre los módulos de Eclipse se encuentra el **jPDL Designer** que permite dibujar gráficamente los procesos representándolos como grafos, con sus nodos y las transiciones entre los mismos, así como editar sus nombres y propiedades. La característica más importante de la herramienta gráfica de diseño es que incluye soporte tanto para el analista de negocios como para el desarrollador (MISON, 2010).

### 1.10.3 Tecnologías

#### jBPM

jBPM es un motor de flujos de trabajo extensible y escrito en Java que permite ejecutar procesos de negocio usando *Business Process Model and Notation*<sup>9</sup> (BPMN). Puede funcionar en cualquier ambiente Java, integrado en su aplicación o como un servicio. Permite modelar

---

<sup>9</sup> BPMN es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo.

# *Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”*

procesos de negocio mediante la descripción de un grupo de pasos que se deben ejecutar en un orden específico para alcanzar un objetivo, utilizando un diagrama de flujo. La representación en los diagramas mejora la visibilidad de la lógica de negocio y puede ser comprendida con mayor facilidad por los usuarios del negocio. Ofrece una gran cantidad de funciones y herramientas para apoyar los procesos de negocio a lo largo de su ciclo de vida (JBOSS, 2011).

El motor jBPM es usado por Alfresco para gestionar las funcionalidades de los flujos de trabajo. Registra e interpreta las definiciones de los procesos creando y ejecutando instancias de los mismos. Proporciona un ambiente en el que los procesos se ejecutan y suministra para ello un conjunto común de servicios a cada proceso. A un proceso que se ejecuta dentro del motor le corresponde una única definición del proceso que describe los pasos involucrados en el mismo (CARUANA, 2010). Para la definición de los flujos de trabajo jBPM utiliza el lenguaje jPDL (BHAUMIK, 2011).

## **Extensible Markup Language (XML)**

XML es un lenguaje de marcado para documentos que contengan información estructurada. Un lenguaje de marcas es un mecanismo para identificar estructuras en un documento. La especificación XML define una manera estándar de añadir etiquetas a los documentos (O'REILLY, 2010).

Es una tecnología que tiene a su alrededor otras tecnologías que la complementan y la hacen mucho más grande y con posibilidades mucho mayores. XML, con todas las tecnologías relacionadas representa una manera distinta de hacer las cosas, más avanzada, cuya principal novedad consiste en permitir compartir los datos con los que se trabaja a todos los niveles, por todas las aplicaciones y soportes( VALDÉS, 2011).

Una de las tecnologías con la que se relaciona XML es jBPM, en donde se utiliza para la definición de los procesos y demás archivos que se requiere para la ejecución de los flujos de trabajo, tales como la definición de los procesos y el modelo de tareas.

# *Capítulo 1. “Fundamentación teórica de la investigación”*

## **1.11 Conclusiones del capítulo**

Como resultado de la investigación en el capítulo se ha expuesto un marco conceptual e informativo que permite tener un mayor entendimiento del contexto donde se desarrolla la propuesta de solución y conocer los principales conceptos relacionados con el mismo. El análisis de los sistemas de gestión de contenido y de los portafirmas digitales ha sido de gran importancia, porque permite reconocer diferentes funcionalidades de los sistemas que son utilizadas posteriormente como guía para la captura de requerimientos de la propuesta de solución. Los lenguajes, herramientas y tecnologías que se utilizan durante el proceso de desarrollo han permitido conformar un marco de trabajo que reúne características necesarias para la elaboración de la propuesta de solución.

### Capítulo 2. “Propuesta de solución”

Con el objetivo de responder a las necesidades planteadas por los clientes y garantizar que la solución propuesta funcione correctamente en el entorno del usuario, se necesita crear una aproximación al negocio y obtener un análisis del mismo. Es fundamental capturar los requerimientos correctos y utilizarlos para conducir el proceso de desarrollo de la solución.

En el actual capítulo se presenta el estado del proceso de aprobación formal de documentos en el ECM Alfresco y un modelo conceptual con los principales objetos del proceso. Además se describe la solución propuesta y se especifican los requisitos funcionales y no funcionales de la misma. Se definen los flujos de trabajo y servicios para la propuesta de solución y finalmente se realiza una descripción de las herramientas y tecnologías que podrán ser utilizadas para la implementación de la propuesta.

#### 2.1 Proceso de aprobación formal de documentos en el ECM Alfresco

El ECM Alfresco permite realizar el proceso de aprobación formal de documentos mediante la ejecución del flujo de trabajo avanzado “Revisión y aprobación”. Desde la perspectiva del usuario el flujo se desarrolla de la siguiente forma: primeramente el usuario selecciona el documento que necesita ser aprobado, luego elige la persona correspondiente a la que le envía el documento para su revisión y aprobación (es necesario aclarar que el documento puede ser rechazado si no se está conforme con él), la ejecución del flujo de trabajo concluye cuando el revisor aprueba o rechaza el documento notificándose automáticamente al remitente la decisión tomada.

Si el documento necesita ser aprobado por varias personas se realiza el mismo proceso repetidas veces dependiendo del tipo de aprobación que precisa el documento, en serie o en paralelo, hasta obtener todas las aprobaciones. Si es en serie el usuario que inicializa el flujo envía el documento a un solo aprobador y espera a que finalice la aprobación para luego enviarlo a la siguiente persona que le corresponde continuar con el proceso, esta acción se repite hasta que el flujo se realice completamente, si son diez las personas correspondientes a aprobar el documento, diez son las veces que hay que realizar el mismo proceso. Para la aprobación en paralelo no hay que esperar por la aprobación de ninguno de los aprobadores,

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

por lo que el solicitante realiza una solicitud de aprobación a cada uno de ellos sin importar el orden en que las realice.

Las aplicaciones que utilizan Alfresco no se benefician de la ejecución automatizada del proceso de aprobación formal de documentos, debido a ello, el proceso es realizado por sus usuarios quienes tienen que realizar un flujo de actividades como imprimir el documento que forma parte del proceso, buscar la forma de entregar el documento a la persona que debe firmarlo (vía correo o personalmente) y cuando el documento ya es firmado es necesario escanearlo para incorporarlo nuevamente a la aplicación. En consecuencia el proceso de aprobación se caracteriza por presentar “cuellos de botella”.

Entre los inconvenientes que atentan en contra de la correcta ejecución de este proceso se pueden citar: la pérdida o deterioro de la documentación, la no presencia de las personas que deben firmar el documento o que el documento tenga que ser firmado por varias personas de distintos departamentos. Con la situación existente alguno de los beneficios que aportan la automatización de los procesos no son aprovechados como el ahorro de costos operacionales, la integración de procesos empresariales, tener un mejor control del proceso y la optimización de la circulación de la documentación entre el personal involucrado con el proceso.

### 2.2 Modelo conceptual

Un modelo de dominio captura los tipos de objetos más importantes en el contexto del sistema. Los objetos del dominio representan las “cosas” que existen o los eventos que suceden en el entorno en que trabaja el sistema. Se describe mediante diagramas UML (especialmente diagramas de clases) (JACOBSON, 2004).

A continuación se presenta el modelo conceptual del proceso de aprobación formal de documentos que se ejecuta en el ECM Alfresco:



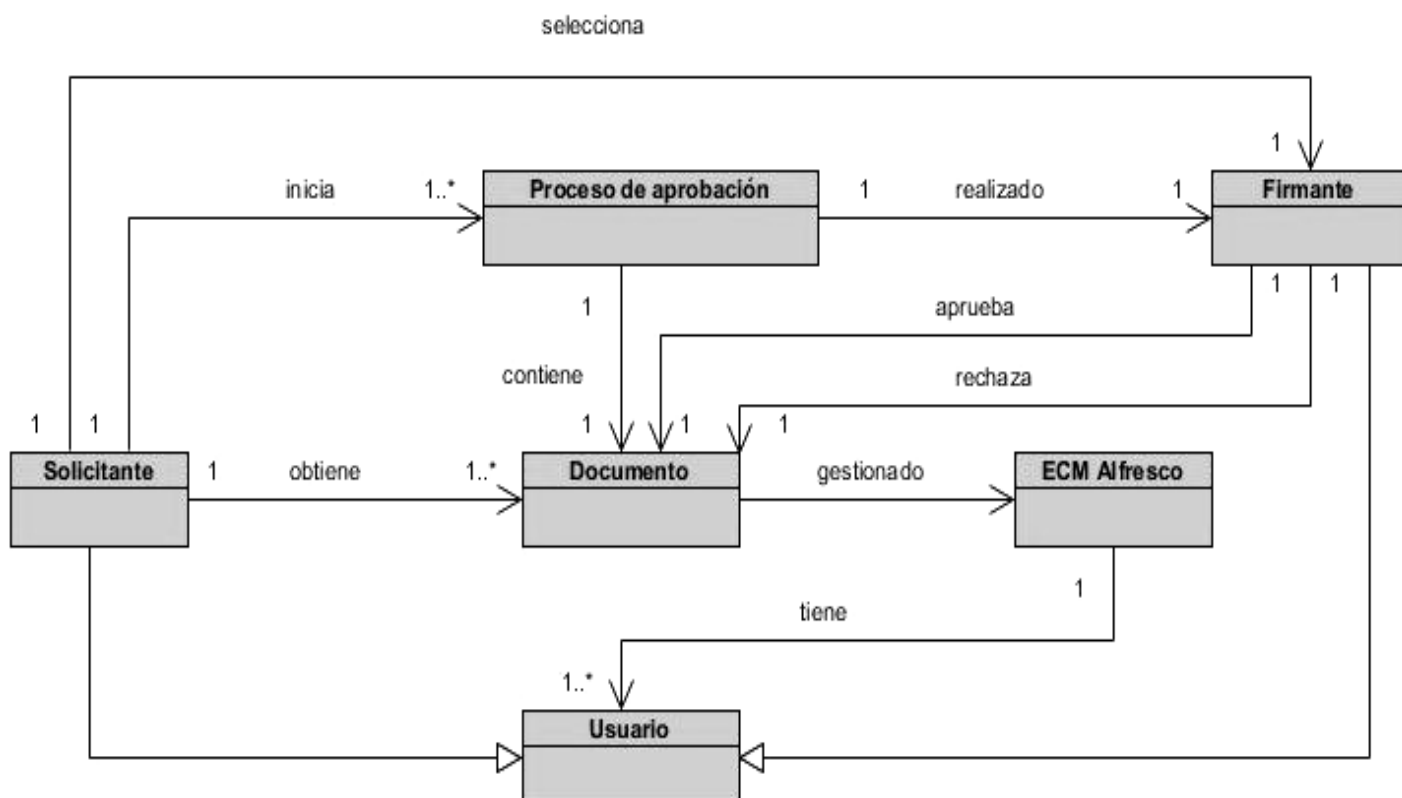


Figura 4. Modelo conceptual del proceso de aprobación en el ECM Alfresco

### 2.2.1 Descripción de las clases

#### Documento

Documento que debe ser aprobado o rechazado por el firmante y es gestionado en el ECM Alfresco.

#### ECM Alfresco

Representa el sistema que gestiona los documentos que serán objetos del proceso de aprobación y del cual son usuario los solicitantes y firmantes.

#### Proceso de aprobación

Es el proceso realizado para la aprobación de los documentos, es inicializado por el solicitante y realizado por el firmante.

#### Usuario

Persona que utiliza y accede al ECM Alfresco.

#### Solicitante

Usuario que inicia el proceso de aprobación de documentos, para ello obtiene el documento y selecciona el firmante encargado de aprobar o rechazar el documento que forma parte del proceso.

### **Firmante**

Usuario que realiza la aprobación o rechazo de los documentos.

### **2.3 Propuesta de solución**

Para dar solución a la situación existente se propone la definición de los flujos de trabajo de aprobación “En serie” y “En paralelo” para la ejecución del proceso de aprobación formal de documentos. Se presenta además una infraestructura de servicios en el repositorio del ECM Alfresco para ejecutar los flujos de trabajo definidos desde otras aplicaciones sin la necesidad de entrar en el código fuente del ECM Alfresco.

La propuesta tiene como expectativas brindar la opción en el ECM Alfresco de iniciar los flujos de trabajo avanzados “En paralelo” y “En serie” sustentados en un grupo de servicios de flujos de trabajo que permitirán:

- inicializar el flujo de trabajo requerido,
- realizar una petición de aprobación a uno o varios aprobadores según el tipo de aprobación (en paralelo o en serie),
- aceptar una petición,
- conocer el estado y las personas involucradas a la petición, la fecha de creado el flujo y en la que debe finalizar,
- consultar el documento asociado a una petición,
- finalizar los flujos de trabajo.

Se espera que la propuesta permita mejorar y agilizar los procesos de aprobación de documentos electrónicos en las aplicaciones construidas sobre el Alfresco y aumentar de esta forma la productividad de sus clientes permitiendo realizar el proceso de una forma más rápida y eficiente.

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

### 2.4 Especificación de requisitos

Los requisitos son una descripción de las necesidades o deseos de un producto. Para un sistema son la descripción de los servicios proporcionados por el sistema y sus restricciones operativas reflejando las necesidades de los clientes (SOMMERVILLE, 2005).

#### 2.4.1 Requisitos funcionales

Un requerimiento funcional es simplemente una declaración abstracta de alto nivel de un servicio que debe proporcionar un sistema o una restricción de este (SOMMERVILLE, 2005).

A continuación se muestran los requerimientos funcionales (RF) definidos para la propuesta de solución:

Requisitos funcionales			
Nº	Nombre	Descripción	Prioridad para cliente
RF1.	Iniciar flujo de trabajo	La infraestructura de servicios debe permitir al sistema iniciar flujos de trabajo según la aprobación que se requiera realizar, en serie o en paralelo.	Alta
RF2.	Crear petición de aprobación	La infraestructura de servicios debe permitir al sistema crear peticiones de aprobación según el tipo de firma que requiera el documento, en serie o en paralelo.	Alta
RF3.	Enviar petición de aprobación con el documento asociado	La infraestructura de servicios debe permitir al sistema enviar al o a los destinatarios una petición de aprobación.	Alta
RF4.	Aceptar petición de aprobación	La infraestructura de servicios debe permitir a los destinatarios aceptar peticiones de aprobación.	Alta
RF5.	Rechazar petición de aprobación.	Los servicios deben permitir rechazar peticiones de firma, esto ocurre cuando el destinatario decide no firmar el documento.	Alta
RF6.	Cancelar una petición de aprobación.	La infraestructura debe permitir cancelar peticiones de firma.	Alta

## *Capítulo 2 “Propuesta de solución”*

<b>RF7.</b>	Añadir un documento a la petición.	La infraestructura debe permitir elegir un documento para que sea añadido a la petición.	Alta
<b>RF8.</b>	Visualizar el estado de las peticiones realizadas.	Los servicios permitirán mostrar el estado de una petición de firma (En espera, En Progreso, Terminado, Completado, Cancelado y Caduco).	Media
<b>RF9.</b>	Mostrar los documentos asociados a una petición.	Los servicios deben permitir mostrar los documentos asociados a una petición	Media
<b>RF10.</b>	Listar personas involucradas con la petición.	La infraestructura de servicios debe permitir que el sistema liste las personas que están involucradas con la petición.	Media
<b>RF11.</b>	Consultar el o los documentos asociados a una petición.	Los servicios deben permitir consultar los documentos asociados a una petición para ser revisados.	Alta
<b>RF12.</b>	Finalizar el flujo de trabajo.	La infraestructura de servicios debe permitir al sistema finalizar los flujos de trabajo inicializados.	Alta

### **2.4.2 Requisitos no funcionales**

Los requisitos no funcionales especifican propiedades del sistema como rendimiento, usabilidad, restricciones de diseño y fiabilidad (SOMMERVILLE, 2005). A continuación se presentan los requisitos no funcionales definidos para la propuesta de solución:

<b>Requisitos no funcionales</b>	
<b>Usabilidad</b>	
<b>1.</b>	Facilidad de uso por parte de los usuarios: el sistema debe presentar una interfaz de manejo cómodo que posibilite a los usuarios una rápida adaptación. Manejo
<b>2.</b>	Especificación de la terminología utilizada: el sistema debe adaptarse al lenguaje y términos utilizados por los usuarios con vista a una mayor comprensión por parte del cliente de la herramienta de trabajo.
<b>3.</b>	Emplear perfiles de usuario: diferenciar las interfaces y opciones para los usuarios que accedan al

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

	sistema según los diferentes roles que estos tengan dentro del mismo.
4.	El sistema podrá ser usado por cualquier persona que posea permisos en la entidad para gestionar flujos de trabajo.
<b>Restricciones del diseño</b>	
5.	Las herramientas de modelado utilizadas serán Visual Paradigm y jPDL Designer.
6.	Se empleará como lenguaje de modelado UML.
7.	Los lenguajes de desarrollo serán Java, JavaScript y jPDL.
<b>Interfaz</b>	
8.	Interfaz Web: La interfaz es sencilla con colores suaves a la vista y sin cúmulo de imágenes u objetos que distraigan al cliente del objetivo.

### 2.5 Definición de los flujos de trabajo de aprobación formal de documentos electrónicos y servicios propuestos para la solución

La función de los flujos de trabajo de aprobación es seguir el proceso de firmado por el cual pasa un documento. Por ello se especifican a partir de los tipos de firma que se pueden realizar los siguientes flujos de trabajo para la propuesta de solución.

#### 2.5.1 Flujo de trabajo “En paralelo”

En este tipo de flujo de trabajo el remitente no precisa que los destinados a aprobar el documento firmen secuencialmente, de manera que la petición de aprobación se propaga a todos los usuarios en el mismo momento y éstos pueden firmar o rechazar el documento.

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

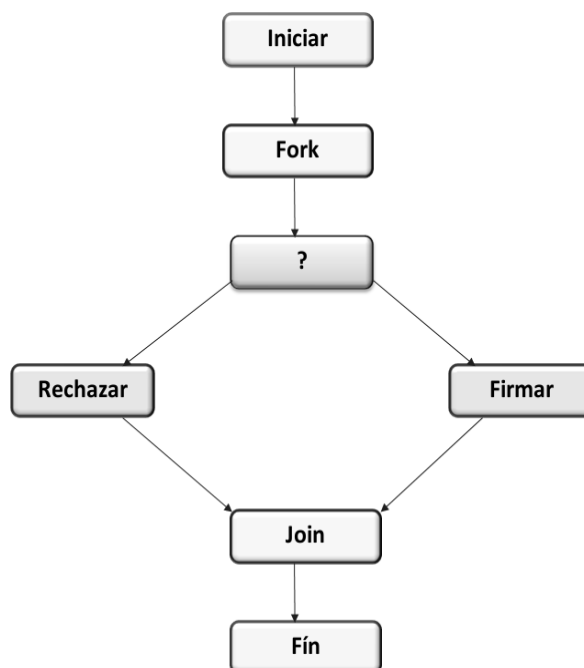


Figura 5. Definición del flujo de trabajo "En paralelo"

- **Iniciar**  
Representa el inicio de la ejecución del flujo de trabajo “En paralelo”.
- **Fork**  
Representa la propagación de las peticiones realizadas, de manera que la petición se propaga a todos los destinatarios en el mismo momento de forma paralela.
- **?**  
Cuando la tarea ha sido asignada a un usuario, el flujo de trabajo espera a que éste realice una de las posibles acciones, aprobar o rechazar.
- **Rechazar**  
El usuario ha decidido no aprobar el documento.
- **Firmar**  
El usuario ha decidido aprobar el documento.
- **Join**  
Junta las distintas peticiones creadas en un único camino para luego finalizar el flujo de trabajo.
- **Fin**

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

Fin de la ejecución del flujo de trabajo.

En este caso resultará útil utilizar el tipo de nodo *fork* y *join* que define jPDL, que han sido brevemente explicados en el Anexo A y que sirven para propagar la petición a todos los destinatarios.

### 2.5.2 Flujo de trabajo “En serie”

En este flujo interesa que los destinatarios aprueben un determinado documento en orden, estableciendo el remitente un orden en la lista de usuarios que deben firmar el documento. En este caso, cuando el remitente crea la petición ésta se envía al primer usuario de la lista y hasta que el destinatario no realice una acción sobre ella (firma o rechazo) la petición no se propaga hasta el siguiente destinatario. Cuando todos los usuarios de la lista realicen la acción de aprobación finaliza el flujo de trabajo.

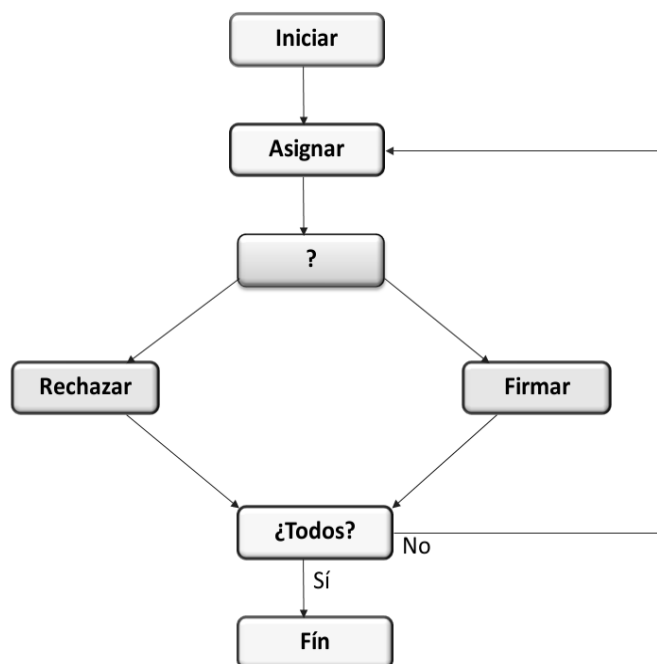


Figura 6. Definición del flujo de trabajo "En serie"

- **Iniciar**  
Representa el inicio de la ejecución del flujo de trabajo “En serie”.
- **Asignar**

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

Representa la asignación de la tarea de aprobación a los participantes del flujo de trabajo. Cada vez que se ejecuta este nodo se asigna la tarea al siguiente destinatario de la lista.

- **?**

Cuando la tarea ha sido asignada a un usuario, el flujo de trabajo espera a que éste realice una de las posibles acciones, aprobar o rechazar.

- **Rechazar**

El usuario ha decidido no aprobar el documento.

- **Firmar**

El usuario ha decidido aprobar el documento.

- **¿Todos?**

Controla si aún quedan destinatarios a los que asignar la petición de aprobación.

- **Fin**

Fin de la ejecución del flujo de trabajo En serie.

### 2.5.3 Servicios

Para el desarrollo de las funcionalidades es necesario desarrollar algunos servicios en Alfresco que permitan ejecutar los flujos de trabajo del proceso de aprobación formal de documentos electrónicos desde aplicaciones que utilizan Alfresco como repositorio de servicios y contenidos. Por ello se definen los siguientes servicios:

#### Servicio: Iniciar flujo de trabajo

<b>Descripción:</b> Permite iniciar los flujos de trabajo de aprobación	
<b>Requerimiento de autenticación:</b> Usuario	<b>Entradas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lista de destinatarios</li><li>- Prioridad</li><li>- Tipo de flujo de trabajo</li><li>- Descripción</li><li>- Fecha de vencimiento</li><li>- Estado</li></ul>
<b>Requisitos funcionales involucrados:</b> RF 1, RF 2, RF 3, RF 9	



## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

### Servicio: Modificar petición

<b>Descripción:</b> Permite modificar las propiedades del flujo de trabajo: estado y comentario.	
<b>Requerimiento de autenticación:</b> Usuario	<b>Entradas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificador del flujo de trabajo</li></ul>
	<b>Salidas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificador del flujo de trabajo</li><li>- Prioridad</li><li>- Tipo de flujo de trabajo</li><li>- Descripción</li><li>- Estado</li><li>- Comentario</li><li>- Fecha de vencimiento</li></ul>
<b>Requisitos funcionales involucrados:</b> RF 4, RF 5, RF 6, RF 7, RF 8, RF 9	

### Servicio: Visualizar el estado de las peticiones

<b>Descripción:</b> Permite visualizar la petición y el estado en que se encuentra: En espera, En progreso, Completado, Cancelado y Caduco (ver epígrafe 2.6 del actual capítulo).	
<b>Requerimiento de autenticación:</b> Usuario	<b>Salidas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificador del flujo de trabajo</li><li>- Prioridad</li><li>- Tipo de flujo de trabajo</li><li>- Descripción</li><li>- Estado</li></ul>
	<b>Requisitos funcionales involucrados:</b> RF 8

### Servicio: Mostrar historial del flujo de trabajo

<b>Descripción:</b> Permite conocer el historia del flujo de trabajo, donde se mostrará una descripción con los datos del flujo y el estado en que encuentra.	
<b>Requerimiento de autenticación:</b> Usuario	<b>Entradas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificador del flujo de trabajo</li></ul>
	<b>Salidas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Descripción</li><li>- Identificador del flujo de trabajo</li></ul>

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fecha de creado</li><li>- Asignado a</li><li>- Comentario</li><li>- Completado el</li><li>- Resultado</li></ul>
<b>Requisitos funcionales involucrados:</b> RF 8, RF 9, RF 10, RF 11	

### Servicio: Listar personas involucradas con la petición

<b>Descripción:</b> Permite visualizar las personas y los roles (remitente o destinatario) que ocupan dentro del flujo de trabajo	
<b>Requerimiento de autenticación:</b> Usuario	<b>Entradas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificador del flujo de trabajo</li></ul>
	<b>Salidas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Usuario</li><li>- Rol</li></ul>
<b>Requisitos funcionales involucrados:</b> RF 2, RF 3, RF 10	

### Servicio: Finalizar flujo de trabajo

<b>Descripción:</b> Permite finalizar flujos de trabajo	
<b>Requerimiento de autenticación:</b> Usuario	<b>Entradas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificador del flujo de trabajo</li></ul>
<b>Requisitos funcionales involucrados:</b> RF 12	

Los servicios definidos anteriormente cubrirán todos los requerimientos funcionales establecidos para el sistema y permitirán ejecutar los flujos de trabajo definidos en la sección anterior desde aplicaciones externas.

## 2.6 Estados de los flujos de trabajo “En serie” y “En paralelo”

Es necesario describir una serie de estados para definir el punto en el que se encuentra la ejecución de un flujo de trabajo. Dado que en la ejecución de una petición siempre hay dos o más usuarios implicados el estado de una petición respecto a cada uno de los usuarios es distinto. Por ello se definen los siguientes estados:

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

- **En espera** – define una petición que ha sido enviada por el usuario y que está pendiente de ser firmada o rechazada por los destinatarios,
- **En progreso** – petición cuya ejecución esté en curso,
- **Completado** – define una petición cuya ejecución ha finalizado satisfactoriamente<sup>10</sup>,
- **Cancelado** – el usuario que ha creado una petición tiene la posibilidad de cancelarla si ya no le interesa que el documento sea firmado,
- **Caduco** – para cada flujo de trabajo se define una fecha de caducidad, de modo que cuando esta expira el estado del flujo pasa a ser caduco.

A continuación se distinguen los estados que puede visualizar el usuario dependiendo de su rol dentro del flujo de trabajo (remitente o destinatario):

	Remitente	Destinatario
En espera	X	
En progreso	X	X
Completado	X	X
Cancelado	X	X
Caduco	X	X

### 2.7 Lenguajes y tecnologías propuestas

Después de realizar la definición de los servicios para la ejecución de los flujos de trabajo de aprobación definidos anteriormente y teniendo en cuenta que serán implementados en el ECM Alfresco, se presenta a continuación una propuesta de los lenguajes y tecnologías que pudieran ser utilizadas para la implementación de los servicios.

#### 2.7.1 Lenguajes

##### JavaScript

Se propone el uso de JavaScript para la implementación de los servicios. Alfresco provee diferentes API de JavaScript entre ellas la API de JavaScript de flujos de trabajo que permite acceder y gestionar las definiciones de flujos de trabajo, las instancias, los caminos, las tareas

---

<sup>10</sup> Que un flujo de trabajo haya finalizado satisfactoriamente no tiene por qué significar que todos los destinatarios hayan firmado el documento, puede que lo hayan rechazado.

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

y las transiciones. Dicha API se puede utilizar para realizar cualquiera de las siguientes funcionalidades:

- crear un paquete de flujo de trabajo,
- iniciar una nueva instancia de flujo con una definición y asignar un paquete a la misma,
- cancelar una instancia de flujo de trabajo,
- eliminar una instancia de flujo de trabajo,
- finalizar una tarea de flujo de trabajo y señalar la ruta de flujo de trabajo asociado para avanzar al siguiente nodo con una transición.

### Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos que se caracteriza por ser distribuido, enfocado en la seguridad, de arquitectura neutral y portable. Es un lenguaje de propósito general, y como tal es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales (EVA, 2010), tal es el caso del ECM Alfresco y el motor de flujos de trabajo jBPM.

Se propone utilizar Java pues Alfresco tiene integrado el motor de flujos de trabajo jBPM sobre el cual son definidos los flujos que forman parte de la propuesta de solución. Cada definición de un flujo de trabajo genera una clase controladora implementada en Java que permite ser modificada para gestionar la ejecución del flujo de trabajo. Con esta clase se podrán delimitar las acciones para realizar tareas automáticas como: gestionar el proceso de asignación de tareas y controlar si la petición ya ha sido enviada a todos los destinatarios o aún hay usuarios pendientes de recibirla.

Pero, ¿por qué usar Java para implementar las acciones si la API de JavaScript parece cubrir todas las funcionalidades? El hecho es que el uso de Java tiene sentido en este contexto cuando:

- el acceso a determinados servicios no está disponible desde la API de JavaScript que provee Alfresco,
- es necesario interactuar con sistemas cuyas API solamente están expuestas vía Java.

A diferencia de la API de JavaScript, con Java sería posible acceder directamente a las API y servicios que ofrece Alfresco para la manipulación de los diferentes objetos del repositorio.

### 2.7.2 Tecnologías

#### FreeMarker

FreeMarker es un motor de plantillas<sup>11</sup> que posee una librería de clases para los programadores de Java (FREEMARKER, 2011). Está diseñado para la generación de páginas *web* HTML que siguen al patrón de arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador). La idea de usar el patrón MVC para las páginas *web* dinámicas es que separa los autores de contenido de los programadores. Esta separación es útil incluso para proyectos en los que el programador y el autor de la página HTML son la misma persona, ya que ayuda a mantener la aplicación clara y fácil de mantener (CEI, 2010).

El motor de plantillas FreeMarker se inserta dentro de Alfresco y toma el modelo de datos de Alfresco como entrada y genera texto (HTML o XML) como salida. Los programadores crean la plantilla de presentación con hojas de estilo y código HTML para luego ser generado por el motor FreeMarker integrado en el Alfresco como una página *web* (CEI, 2010).

Este motor es usado por el *framework* Web Script de Alfresco para proveer un mecanismo de generación de respuestas preformateadas una vez finalizada la ejecución de un *web script*, o sea, una vez finalizada la ejecución de una lógica de negocio se emite una respuesta cuya salida queda determinada por la estructura de la plantilla de presentación correspondiente al servicio en ejecución.

#### Web Script

Un Web Script es simplemente una URI<sup>12</sup> unido a un servicio utilizando los métodos estándar de HTTP, tales como: GET, POST, PUT o DELETE. Alfresco Web Script fue introducido oficialmente en el año 2006 como parte de la arquitectura del sistema Alfresco y desde entonces ha obtenido popularidad entre los desarrolladores e integradores de sistemas que usan Alfresco como Gestor de Contenido Empresarial, implementando nuevos servicios sobre su repositorio. Tanto es así que las últimas implementaciones y proyectos de Alfresco, entre

---

<sup>11</sup> Una plantilla es un documento que se puede aplicar sobre un objeto de datos para producir otro documento. Así, las plantillas se utilizan para presentar datos o el contenido en diferentes estilos y formatos.

<sup>12</sup> *Uniform Resource Identifie* es una cadena de caracteres corta que identifica inequívocamente un recurso (servicio, página, documento, dirección de correo electrónico, enciclopedia). Normalmente estos recursos son accesibles en una red o sistema.

## Capítulo 2 “Propuesta de solución”

ellas Surf, Share, Web Studio y los servicios CMIS, han sido desarrollados usando *web scripts*. Alfresco Web Scripts implementa la arquitectura MVC (BHAUMIK, 2011).

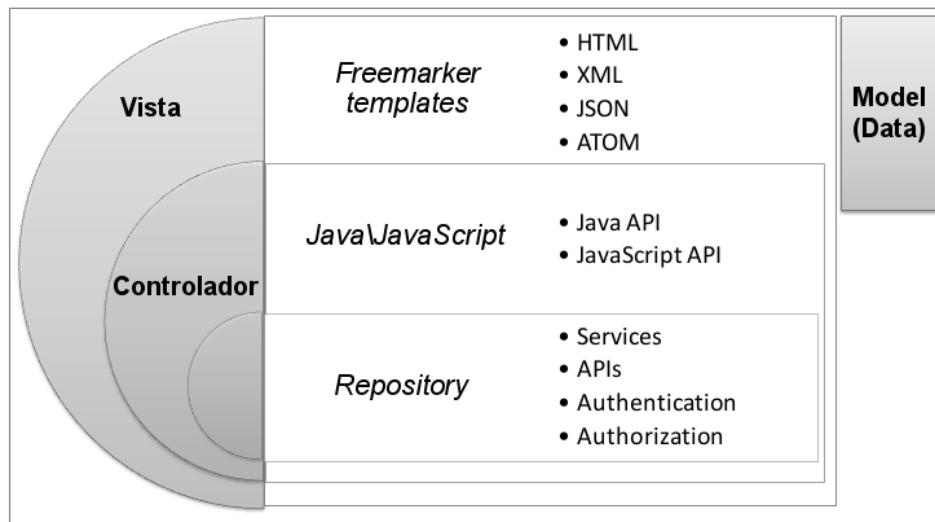


Figura 7. Arquitectura de Alfresco Web Scripts

### 2.8 Conclusiones del capítulo

La descripción del proceso de aprobación formal de documentos desarrollado en el ECM Alfresco ha permitido obtener una mejor comprensión del problema existente. La especificación de los requerimientos ha sido imprescindible en el proceso de desarrollo de la propuesta, pues ha facilitado realizar la definición de los servicios que permiten la ejecución de los flujos de trabajo definidos en el actual capítulo. Los lenguajes, herramientas y tecnologías presentados podrán ser utilizados para la implementación de la solución.

# Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

Para comprender el sistema, organizar el desarrollo y fomentar la reutilización del mismo, se necesita una arquitectura correctamente descrita. En el presente capítulo se describe la arquitectura de la propuesta de solución y se muestra el diseño y los patrones de diseños de los flujos de trabajo de aprobación definidos en el capítulo anterior. Con el objetivo de conocer como será desplegada la propuesta se figura por último el diagrama de despliegue.

### 3.1 Descripción de la arquitectura

*“La arquitectura de un sistema es un marco conceptual completo que describe su forma y estructura (sus componentes y la manera en que se integran)” (PRESSMAN, 2002).*

#### 3.1.1 Patrón de arquitectura. Arquitectura en capas

Los patrones de arquitectura definen la estructura básica de un sistema. Se componen de subsistemas con sus responsabilidades. Tienen una serie de directivas para organizar los componentes del mismo sistema con el objetivo de facilitar la tarea del diseño del sistema (IEEE, 2000).

El patrón de arquitectura seleccionado para la propuesta de solución es el patrón de arquitectura en capas que está definido en cuatro capas:

- **Presentación**

Se maneja la visualización de la información a través del componente Alfresco Explorer la cual es una aplicación construida con el sistema de Alfresco y ofrece una interfaz de usuario que permite entre otras funcionalidades crear y gestionar flujos de trabajo.

- **Servicios**

Se definen los servicios de flujos de trabajo en el componente Workflow Service que permiten acceder a los flujos de trabajo definidos.

- **Acceso a datos**

El componente básico de los flujos de trabajo de Alfresco y de esta capa es el motor de flujos de trabajo jBPM. Este motor provee la implementación subyacente para la ejecución de flujos de trabajo, la gestión de tareas y definiciones de proceso.

# Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

## ▪ Datos

Se compone de dos sistemas de almacenamiento Content Database y en File System. Estos dos componentes son utilizados porque el contenido se compone de dos elementos: el contenido en formato binario que se almacena en el File System y la información asociada al contenido (metadatos) que se almacena en la base de datos (Database).

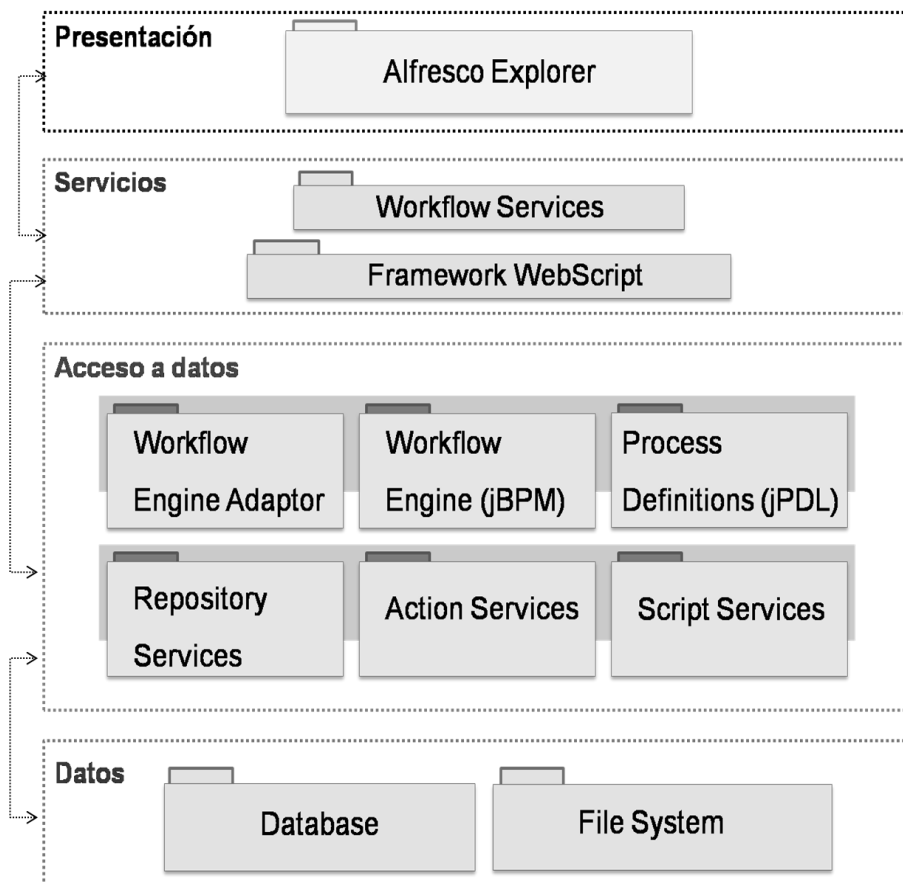


Figura 8. Arquitectura de la propuesta de solución

## 3.2 Patrones de flujos de trabajo

Uno de los problemas más importantes a la hora de hacer posible el diseño y ejecución de los flujos de trabajo es la representación del mismo. Los lenguajes de especificación de flujos de trabajo deben ser suficientemente expresivos y fáciles de representar para permitir a expertos en sus respectivas áreas modelar los procesos de la realidad de una manera formal (FERNÁNDEZ, 2009).



# Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

Para representar un flujo de trabajo hay que definir un lenguaje capaz de expresar todas las situaciones que requiera el problema a resolver de la forma más entendible posible. La expresividad es la capacidad que tiene un lenguaje para representar diferentes patrones en un flujo de trabajo. Estos patrones, llamados patrones de flujos de trabajo no solo están orientados a la representación de los flujos de trabajo, sino también al modo en que estos se ejecutan y la información que es compartida entre las distintas acciones (FERNÁNDEZ, 2009).

En el presente trabajo se utilizan los patrones de flujo básico y los patrones estructurales para representar los flujos de trabajo definidos.

## 3.2.1 Patrones de flujo básico

Los patrones de flujo básico son aquellos que tratan aspectos básicos de los procesos de control. Seguidamente se presentan los patrones usados para definir los flujos de trabajo que forman parte de la propuesta de solución.

### Secuencia

El patrón de secuencia describe el proceso más simple dentro de un flujo de control. Este patrón expresa el proceso en el que una actividad se inicia después de haberse completado otra en el mismo proceso (Figura 9) (FERNÁNDEZ, 2009).



Figura 9. Patrón de secuencia

### Elección exclusiva

El patrón de elección exclusiva permite a los flujos de trabajo realizar decisiones a la hora de ejecutar actividades en función de las ramas escogidas (FERNÁNDEZ, 2009). En la Figura 10 se puede observar un ejemplo de cómo es utilizado el patrón en el flujo de trabajo “En paralelo”, donde se rechaza o se firma el documento.

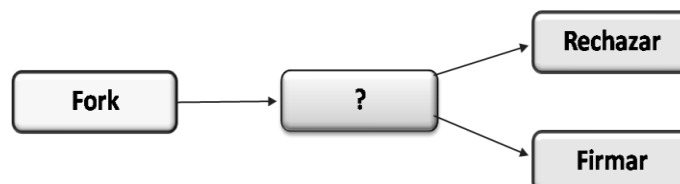


Figura 10. Patrón de separación paralela

# Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

## Sincronización

El patrón de sincronización viene asociado a procesos que tienen en ejecución múltiples actividades ejecutadas en paralelo. En algunos casos es necesario que un subconjunto de las actividades que se están ejecutando en paralelo termine antes de seguir ejecutando el flujo de trabajo. El elemento sincronizador, esperará a que todas las actividades terminen y continuará el proceso con la siguiente o las siguientes actividades (FERNÁNDEZ, 2009). En la Figura 11 se evidencia un ejemplo de del patrón de sincronización empleado en la representación del flujo de trabajo “En paralelo”.

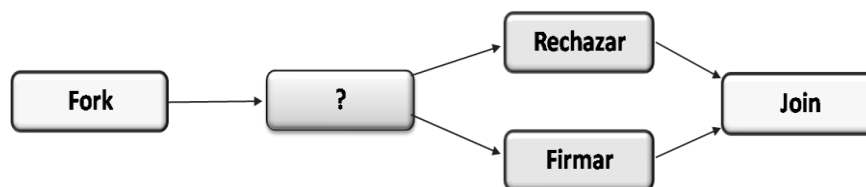


Figura 11. Patrón de sincronización

### 3.2.2 Patrones estructurales

Los patrones estructurales son aquellos que tratan el comportamiento repetitivo de un flujo de trabajo (FERNÁNDEZ, 2009). Seguidamente se presenta el patrón estructural utilizado en el flujo de trabajo “En serie” (Figura 12).

#### Patrón de ciclos arbitrarios

Un ciclo arbitrario es un punto donde un conjunto de una o más actividades pueden ser ejecutadas repetidamente (FERNÁNDEZ, 2009).

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

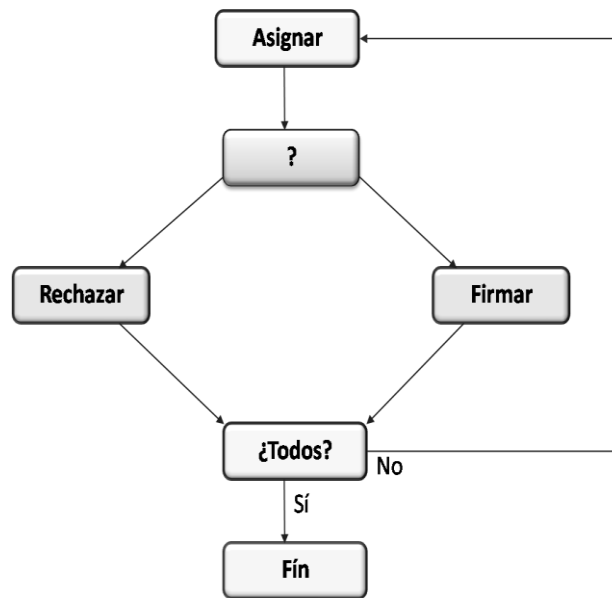


Figura 12. Patrón de ciclos arbitrarios

### 3.3 Diseño en jPDL de los flujos de trabajo “En serie” y “En paralelo”

A partir de la descripción de los flujos de trabajo de aprobación de documentos electrónicos previamente realizada en el Capítulo 2 (epígrafe 2.5), se traduce la definición de los flujos especificados al lenguaje jPDL mediante la herramienta jPDL Designer.

A continuación se presenta el diseño de los flujos de trabajo “En serie” y “En Paralelo” y se realiza la descripción de los nodos de cada flujo en un conjunto de tablas donde: la descripción, es una breve explicación de lo que se realiza en el nodo y el nodo destino, especifica aquellos nodos a los cuales se puede llegar realizando una transición y las condiciones para llegar a ellos.

# Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

## 3.3.1 Flujo de trabajo “En serie”

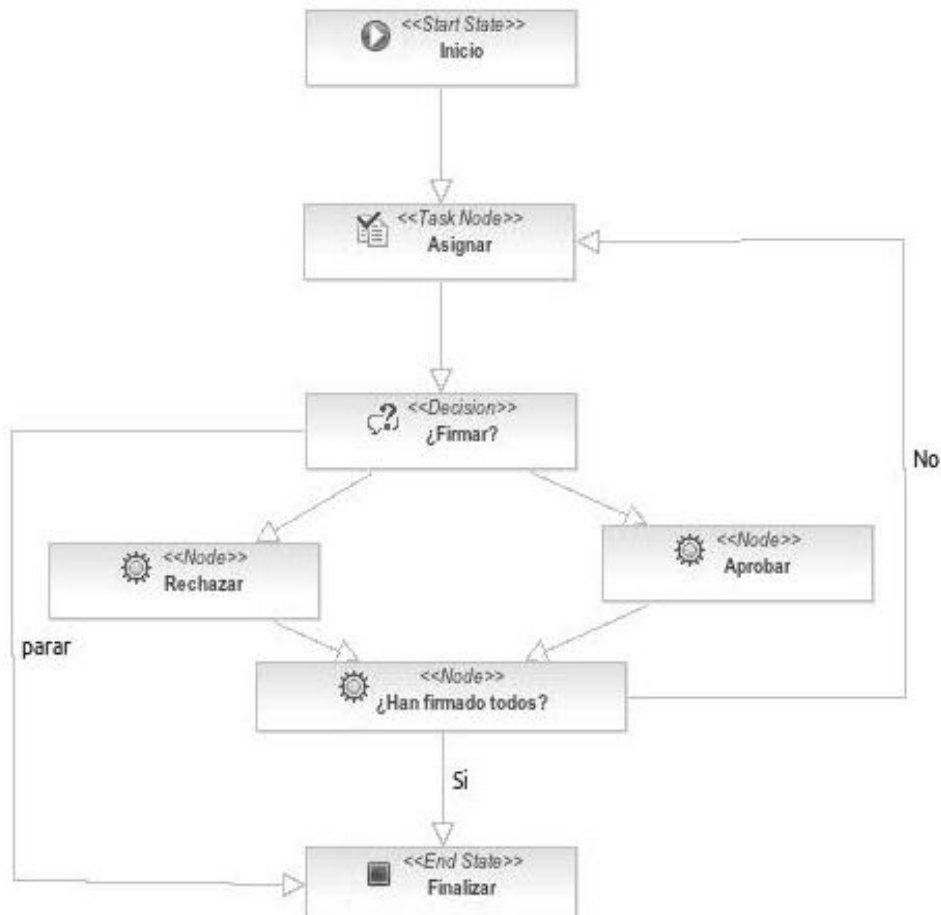


Figura 13. Flujo de trabajo "En serie"

### Descripción de los nodos

**Nodo:** Inicio

<b>Nombre</b>	Inicio	
<b>Descripción</b>	Este nodo indica el punto por donde debe empezar la ejecución del flujo de trabajo.	
<b>Nodo destino</b>	Asignar	A este nodo se llega directamente desde su padre.

**Nodo:** Asignar

<b>Nombre</b>	Asignar	
<b>Descripción</b>	En este nodo se realiza la asignación de tareas a los participantes del flujo de trabajo. Para ello, cada vez que se ejecuta este nodo se asigna la tarea al siguiente destinatario de la lista.	

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

<b>Nodos destinos</b>	<i>¿Firmar?</i>	A este nodo se llega cuando la tarea ha sido asignada a un destinatario.
-----------------------	-----------------	--

### Nodo: ¿Firmar?

<b>Nombre</b>	<i>¿Firmar?</i>	
<b>Descripción</b>	Cuando la tarea ha sido asignada a un usuario, el flujo de trabajo espera a que éste realice una de las posibles acciones aprobar o rechazar.	
<b>Nodo destino</b>	<i>Aprobar</i>	Se llega a este nodo si el usuario decide aprobar el documento.
	<i>Rechazar</i>	Se llega a este nodo si el usuario decide rechazar el documento.
	<i>Finalizar</i>	La transición hacia este estado sirve para detener la ejecución en caso que: <ul style="list-style-type: none"> <li>- La petición haya caducado.</li> </ul>

### Nodo: Aprobar

<b>Nombre</b>	<b>Aprobar</b>	
<b>Descripción</b>	Responsable de dejar constancia de la aprobación	
<b>Nodo destino</b>	<i>¿Han firmado todos?</i>	Una vez realizada la acción de aprobar se toma directamente la transición hacia este estado donde continúa la ejecución del flujo de trabajo.

### Nodo: Rechazar

<b>Nombre</b>	<b>Rechazar</b>	
<b>Descripción</b>	Responsable de dejar constancia del rechazo	
<b>Nodo destino</b>	<i>¿Han firmado todos?</i>	Una vez realizada la acción de rechazar se toma directamente la transición hacia este estado donde continúa la ejecución del flujo de trabajo.

### Nodo: ¿Han firmado todos?

<b>Nombre</b>	<b>¿Han firmado todos?</b>	
<b>Descripción</b>	Este estado controla si aún quedan destinatarios a los que no se ha asignado la petición	
<b>Nodo destino</b>	<i>Asignar</i>	Se llega a este nodo si aún hay destinatarios a los que no se le ha asignado la petición.
	<i>Finalizar</i>	Se llega a este nodo si la petición ha pasado por todos los usuarios,

## Capítulo 3. "Arquitectura y diseño de la propuesta de solución"

		habiendo realizado todos ellos una acción de aprobación o rechazo, de modo que el flujo de trabajo deba terminar.
--	--	---

### Nodo: Finalizar

<b>Nombre</b>	<b>Finalizar</b>
<b>Descripción</b>	Este nodo indica el fin de la ejecución del flujo de trabajo.
<b>Nodo destino</b>	Fin de la ejecución no tiene transiciones.

### 3.3.2 Flujo de trabajo "En paralelo"

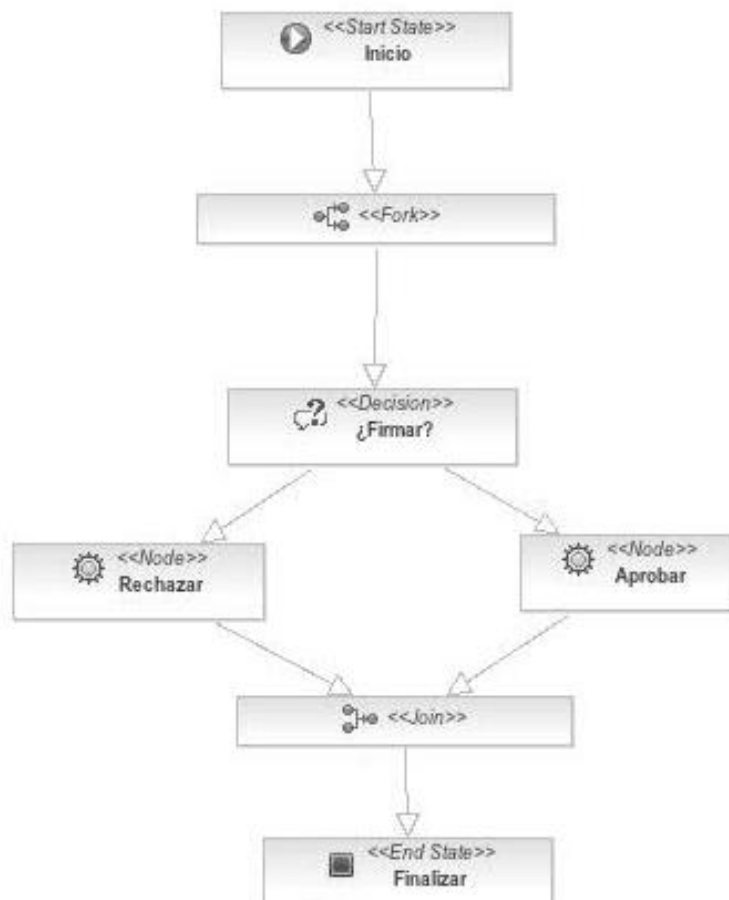


Figura 14. Flujo de trabajo "En paralelo"

### Descripción de los nodos

#### Nodo: Inicio

<b>Nombre</b>	<b>Inicio</b>
<b>Descripción</b>	Este nodo indica el punto por donde debe empezar la ejecución del flujo de trabajo.

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

<b>Nodo destino</b>	<i>Fork</i>	A este nodo se llega directamente desde su padre.
---------------------	-------------	---

### Nodo: Fork

<b>Nombre</b>	<b>Fork</b>	
<b>Descripción</b>	En este nodo se realiza la asignación de tareas a los participantes del flujo de trabajo.	
<b>Nodos destinos</b>	<i>¿Firmar?</i>	A este nodo se llega cuando la tarea ha sido asignada a un destinatario.

### Nodo: ¿Firmar?

<b>Nombre</b>	<i>¿Firmar?</i>	
<b>Descripción</b>	Cuando la tarea ha sido asignada a un usuario, el flujo de trabajo espera a que éste realice una de las posibles acciones aprobar o rechazar.	
<b>Nodo destino</b>	<i>Aprobar</i>	Se llega a este nodo si el usuario decide aprobar el documento.
	<i>Rechazar</i>	Se llega a este nodo si el usuario decide rechazar el documento.

### Nodo: Aprobar

<b>Nombre</b>	<b>Aprobar</b>	
<b>Descripción</b>	Responsable de dejar constancia de la aprobación	
<b>Nodo destino</b>	<i>Join</i>	Una vez realizada la acción de aprobar se toma directamente la transición hacia este estado donde continúa la ejecución del flujo de trabajo.

### Nodo: Rechazar

<b>Nombre</b>	<b>Rechazar</b>	
<b>Descripción</b>	Responsable de dejar constancia del rechazo	
<b>Nodo destino</b>	<i>Join</i>	Una vez realizada la acción de rechazar se toma directamente la transición hacia este estado donde continúa la ejecución del flujo de trabajo.

### Nodo: Join

<b>Nombre</b>	<b>Join</b>	
<b>Descripción</b>	Este nodo se encarga de juntar los distintos caminos de ejecución que han sido creados.	

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

	<i>Finalizar</i>	Se llega a este nodo si la petición ha pasado por todos los usuarios, habiendo realizado todos ellos una acción de aprobación o rechazo, de modo que el flujo de trabajo deba terminar.
--	------------------	---

**Nodo:** Finalizar

<b>Nombre</b>	<b>Finalizar</b>
<b>Descripción</b>	Este nodo indica el fin de la ejecución del flujo de trabajo.
<b>Nodo destino</b>	Fin de la ejecución no tiene transiciones.

### 3.4 Información que pueden mantener los flujos de trabajo

Una petición tiene asociadas distintas informaciones, algunas necesarias para el buen funcionamiento del flujo de trabajo y otras que se deben almacenar como información complementaria que será después mostrada a los usuarios desde la interfaz. Todas estas informaciones se almacenan en diferentes variables junto al flujo de trabajo.

**Variable: Remitente**

<b>Remitente</b>	
<b>Tipo</b>	<i>string</i>
<b>Descripción</b>	Nombre del remitente

**Variable: Serie**

<b>Serie</b>		
<b>Tipo</b>	<i>boolean</i>	
<b>Descripción</b>	Este booleano indica si el tipo de flujo a realizar (“En serie” o “En paralelo”).	
<b>Valores</b>	true	Las firmas del flujo de trabajo serán en serie.
	false	Las firmas del flujo de trabajo serán en paralelo.

**Variable: Identificador del flujo de trabajo**

<b>idFlujo</b>	
<b>Tipo</b>	<i>string</i>
<b>Descripción</b>	Es el identificador del flujo de trabajo.

**Variable: Identificador del documento**



## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

<b>idDoc</b>	
<b>Tipo</b>	<i>string</i>
<b>Descripción</b>	Es el identificador del documento asociado a una petición.

### Variable: Descripción

<b>Comentario</b>	
<b>Tipo</b>	<i>string</i>
<b>Descripción</b>	La variable contiene las descripciones que haya agregado el remitente de la petición en el momento de iniciar el flujo de trabajo.

### Variable: Comentario

<b>Comentario</b>	
<b>Tipo</b>	<i>string</i>
<b>Descripción</b>	La variable contiene los comentarios sobre la revisión que haya agregado el destinatario de la petición.

### Variable: Prioridad

<b>Comentario</b>		
<b>Tipo</b>	<i>int</i>	
<b>Descripción</b>	Esta variable contiene enteros de rango [0...2] que corresponden con los valores de prioridad definidos en la enumeración prioridad.	
<b>Valores</b>	0	1 (Alta)
	1	2 (Media)
	2	3 (Baja)

### Variable: Estado

<b>Estado</b>		
<b>Tipo</b>	<i>string</i>	
<b>Descripción</b>	Esta variable contiene un valor que representa el estado general de la petición, es decir, el estado que visualiza el usuario que ha enviado la petición.	
<b>Valores</b>	0	En espera
	1	En progreso
	2	Completado
	3	Cancelado

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

	4	Caduco
--	---	--------

### Variable: Creación

Creación	
Tipo	<i>Date</i>
Descripción	Guarda la fecha en la que se ha creado la petición.

### Variable: Caducidad

Caducidad	
Tipo	<i>Date</i>
Descripción	Indica la fecha en la que el flujo de trabajo dejará de tener validez.

### Variable: Lista de destinatarios

listaDest	
Tipo	<i>Array&lt;Object[2]&gt;</i>
Descripción	Esta variable se usa para realizar la asignación de la tarea a los distintos destinatarios, decrementando su longitud a medida que se realizan las asignaciones.

## 3.5 Modelo de despliegue

Es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los nodos de cómputo ( JACOBSON, 2000).Cada nodo representa un recurso de cómputo que poseen relaciones que representan los medios de comunicación entre ellos.

El diagrama de despliegue (Figura 15) de la propuesta de solución está compuesto por:

- **PC Cliente**

Se refiere a las estaciones de trabajo que el usuario utilizará para acceder a la aplicación y se conecta a través del protocolo HTTP al Servidor Web. En el ordenador cliente debe residir un navegador web.

- **Servidor Web**

Representa una estación donde estará montado el Servidor Web sobre el que se ejecutará el ECM Alfresco.

- **Servidor Base de Datos**

## Capítulo 3. “Arquitectura y diseño de la propuesta de solución”

Representa el servidor donde estará el sistema gestor de bases de datos y se comunica con el Servidor Web a través del protocolo TCP/IP.

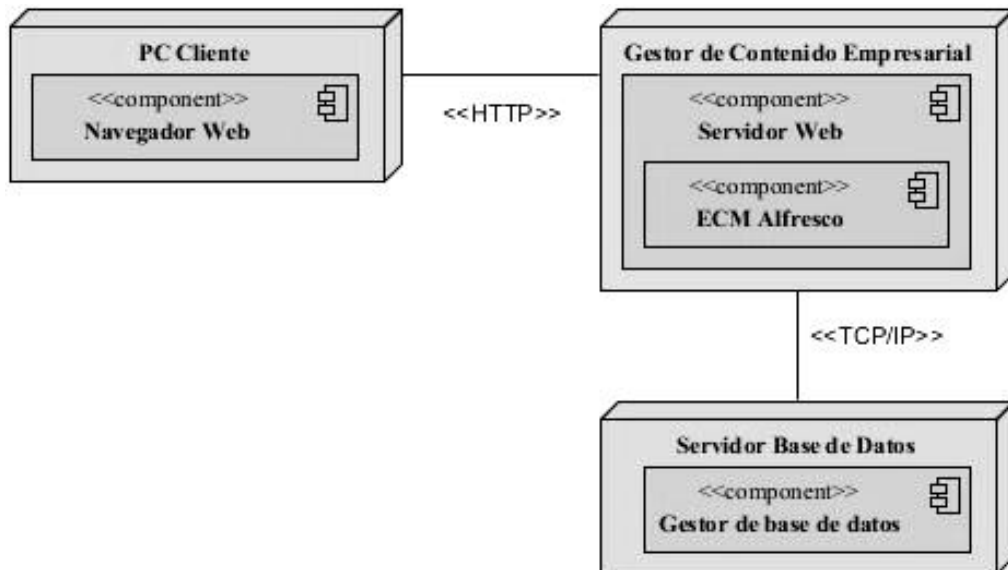


Figura 15. Diagrama de despliegue

### 3.6 Conclusiones del capítulo

La descripción de la arquitectura de la propuesta de solución realizada en el presente capítulo es esencial en el proceso de desarrollo, porque es fundamental que la solución pueda ser comprendida por todos los que vayan a intervenir con ella. Además la organización de los componentes de la propuesta facilita el diseño de la misma.

Con la definición en jPDL de los flujos de trabajo “En serie” y “En paralelo” diseñados para la propuesta de solución, se sientan las bases para realizar la implementación de los servicios especificados en el capítulo anterior.

## *Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”*

### **Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”**

Uno de los objetivos de los procesos de desarrollo de software es obtener un sistema que satisfaga las necesidades del cliente y del usuario. En consecuencia, formular una especificación de requerimientos completa y consistente es un paso muy importante para evitar cometer errores ya que los mismos pueden resultar difíciles de corregir una vez desarrollado el sistema. De ahí, la vital importancia que tiene la validación de requisitos para lograr obtener una adecuada especificación que contemple claramente y sin ambigüedades los requerimientos de la propuesta de solución.

En el actual capítulo se recogen los resultados obtenidos durante la medición de la calidad de la especificación de requisitos, además de los alcanzados durante la realización de las técnicas revisión de requerimientos y construcción de prototipos para validar los requerimientos que forman parte de la solución propuesta.

#### **4.1 Métricas de la calidad de la especificación de requisitos**

Las mediciones de un sistema son empleadas para valorar la calidad del mismo, por ello la aplicación de las métricas de la calidad de la especificación de requisitos permiten evaluar la calidad de las especificaciones definidas.

Para valorar la calidad de la especificación, Roger S. Pressman propone una lista de características que pueden representarse usando una o más métricas: especificidad (ausencia de ambigüedad), corrección, compleción, comprensión, capacidad de verificación, consistencia externa e interna, capacidad de logro, concisión, trazabilidad, capacidad de modificación, exactitud y capacidad de reutilización (PRESSMAN, 2002).

Para medir las características de la especificación de la propuesta de solución se profundiza cuantitativamente en la especificidad y en la compleción. Donde la especificidad es la y la compleción

##### **Especificidad**

Para determinar la especificidad de los requisitos se utiliza la siguiente métrica basada en la consistencia de la interpretación de los revisores para cada requisito y sugerida por Roger S. Pressman:

## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

$$Q_1 = n_{ui} / n_r$$

Siendo  $n_{ui}$  el número de requisitos para los que todos los revisores tuvieron interpretaciones idénticas y  $n_r$  el número de requisitos de la especificación. Para determinar  $n_r$  se utiliza la ecuación  $n_r = n_f + n_{nf}$  donde,  $n_f$  es el total de requisitos funcionales y  $n_{nf}$  los requisitos no funcionales. Cuanto más cerca de 1 esté el valor de  $Q$ , menor será la ambigüedad de la especificación (PRESSMAN, 2002).

Para la evaluación de la métrica de especificidad descrita anteriormente se tienen los siguientes datos obtenidos en el desarrollo de la propuesta de solución: se especifican 12 requisitos funcionales y 8 requisitos no funcionales y se realizan dos revisiones con un total de 4 revisores.

Por los datos anteriormente mencionados se determina un total de 20 requisitos.

$$n_r = 12 + 8$$

$$n_r = 20$$

En la primera revisión se detectaron en el análisis de los requisitos un grupo de inconsistencias como problemas de redacción, falta de datos necesarios para el cliente y problemas de ambigüedad. Para un total de 20 requisitos, los revisores tuvieron el mismo criterio para 15 de ellos. Por tanto se obtiene 0.75 de especificidad.

$$Q_1 = 15/20$$

$$Q_1 = 0.75$$

Los problemas detectados en la primera revisión fueron erradicados y en la segunda todos los revisores emitieron interpretaciones idénticas para los 20 requisitos. Por lo que la especificación presenta una ausencia de ambigüedad.

$$Q_1 = 20/20$$

$$Q_1 = 1$$

En la siguiente gráfica se muestran los resultados obtenidos:

## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

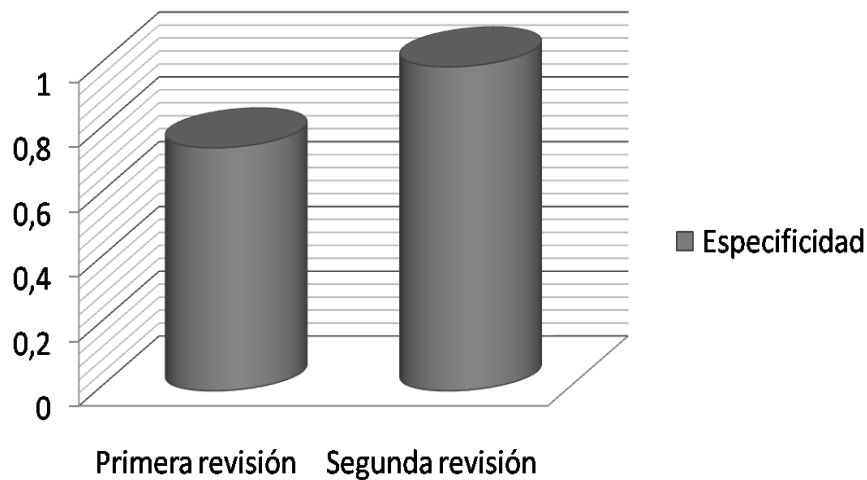


Figura 16. Resultados de la métrica de especificidad

### Compleción

La compleción de los requisitos puede determinarse calculando la relación expresada por Roger S. Pressman:

$$Q_2 = n_c / (n_c + n_{nv})$$

Donde  $n_c$  es el número de requisitos que se han validado como correctos y  $n_{nv}$  el número de requisitos que no se han validado todavía (PRESSMAN, 2002).

En la primera revisión, 16 de los requisitos especificados se encuentran validados como correctos y 4 no han sido validados.

$$Q_2 = 16/20$$
$$Q_2 = 0.8$$

En una segunda revisión se encuentran validados como correctos 3 requisitos más, obteniendo un total de 19 requisitos; por lo que queda demostrado que la mayoría de los requisitos se encuentran correctamente especificados.

$$Q_2 = 19/20$$
$$Q_2 = 0.95$$

## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

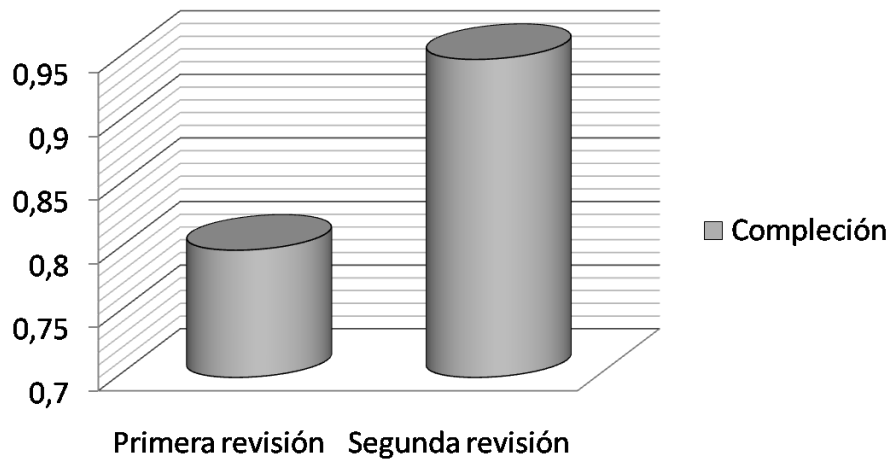


Figura 17. Resultados de la métrica de completación

Los resultados obtenidos con la aplicación de las métricas de especificidad y completación demuestran que la especificación de los requerimientos se ha realizado de forma tal que el cliente la pueda interpretar claramente y que los requisitos han sido correctamente especificados.

### 4.2 Técnicas de validación de requisitos funcionales

La validación de requisitos tiene como objetivo demostrar que estos realmente definen el sistema que el cliente desea. Responde a la pregunta: “¿Estamos construyendo el producto correctamente?” (SOMMERVILLE, 2005). Es el proceso mediante el cual se verifican los requerimientos en cuanto a validez, consistencia, integridad y realismo.

Existen algunas técnicas que permiten que la validación de requisitos tenga una mejor calidad, de ellas se utilizaron:

#### Revisiones de requerimientos

Las revisiones de requisitos consisten en reuniones donde un equipo de analistas intenta localizar errores en el documento de especificación (CHAVES, 2005).

Durante el desarrollo de la propuesta de solución se realizaron reuniones entre varios miembros del proyecto fundamentalmente analistas y se revisaron los documentos de especificación de requisitos. Como resultado se obtuvo un conjunto de inconsistencias como anomalías, incoherencias, omisiones u otros tipos de errores, a las que se les dio solución.

#### Construcción de prototipos

## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

La técnica de prototipado consiste en construir una maqueta del futuro sistema a partir de los requisitos recogidos en la especificación. Esta maqueta será evaluada por usuarios para comprobar su corrección y completitud. La construcción de prototipos puede evitar sorpresas al detectar los requerimientos incompletos o inconsistentes y la falta de funcionalidad en un sistema (CHAVES, 2005).

Para ello se realiza en el desarrollo de la solución una representación de aquellos aspectos que serán visibles al usuario por ejemplo, entradas y formatos de las salidas. Se diseñan las posibles interfaces de la solución para tener un mejor entendimiento del problema y validar los requisitos especificados.

### 4.3 Resultados obtenidos en la aplicación de las técnicas de validación

Durante la **revisión de los requerimientos** se realizaron verificaciones en los documentos relacionados con las especificaciones de los requisitos para comprobar la integridad, consistencia, verificabilidad, rastreabilidad y adaptabilidad de los mismos. Se obtuvo un conjunto de errores especificados a continuación que fueron arreglados posteriormente:

- falta de datos necesarios para el cliente,
- forma incorrecta de presentar la información al cliente,
- falta de concordancia entre la complejidad de la especificación y la registrada en el documento de Evaluación de Requisitos,
- permanencia de requisitos que habían sido eliminados o modificados.

Para la evaluación de los **prototipos** construidos se seleccionó un grupo de 4 personas con distintos perfiles para validar las funcionalidades de la propuesta de solución en todos sus modos de utilización y el prototipo definido para crear una petición de firma. El prototipo seleccionado correspondía al RF 2 (Crear petición de aprobación) que presenta una alta complejidad y permite además validar los requerimientos funcionales:

- Añadir un documento a la petición.
- Mostrar los documentos asociados a una petición.
- Listar personas involucradas con la petición.
- Consultar el o los documentos asociados a una petición.

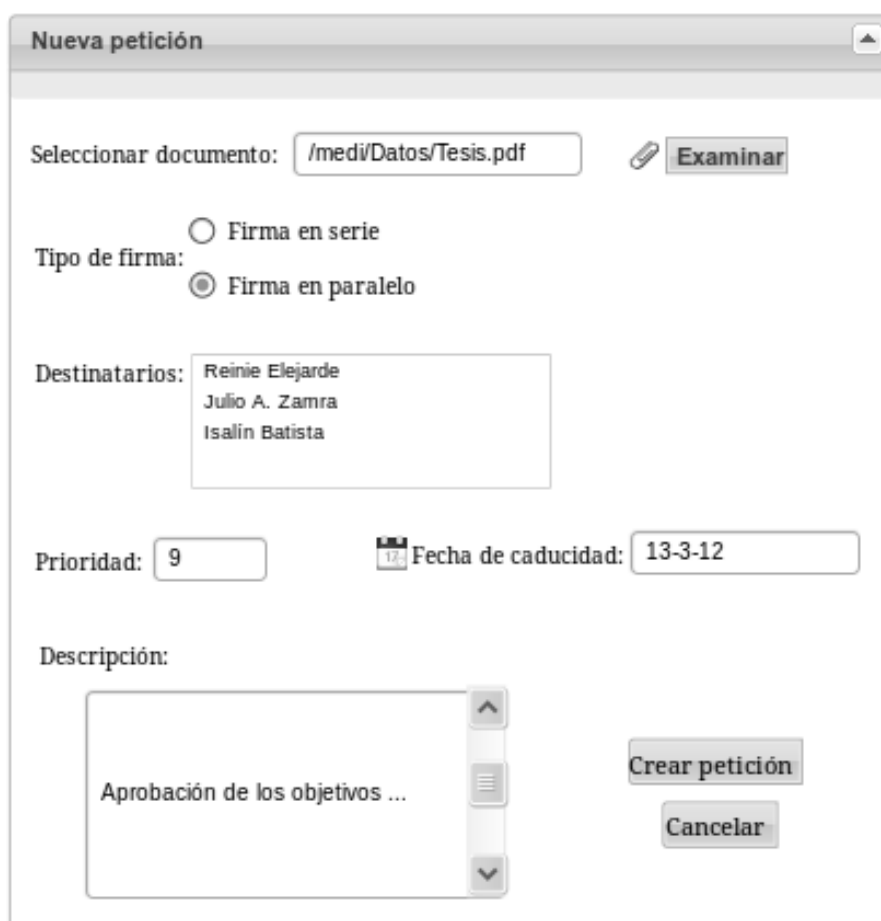


## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

Para evaluar correctamente el prototipo se definió un escenario que fue identificado directamente a partir de la especificación de los requisitos.

### Escenario crear petición de firma

El 50% de los usuarios que participaron en este escenario en una primera revisión alegaron que lograron realizar correctamente la actividad mediante el prototipo. Para el 50% restante interactuar con el prototipo resultó frustrante, pues para completar los campos: **Fecha de caducidad**, **Prioridad** y **Destinatarios** tenían que incorporar los datos manualmente, ocurriendo complicaciones con el formato de la fecha, errores en el número de la prioridad y en los nombres de los destinatarios (Figura 18).



The screenshot shows a web form titled "Nueva petición" with the following fields and controls:

- Seleccionar documento:** A text input field containing "/medi/Datos/Tesis.pdf" and an "Examinar" button with a magnifying glass icon.
- Tipo de firma:** Two radio button options: "Firma en serie" (unselected) and "Firma en paralelo" (selected).
- Destinatarios:** A text input field containing the names "Reinie Elejarde", "Julio A. Zamra", and "Isalín Batista".
- Prioridad:** A text input field containing the number "9".
- Fecha de caducidad:** A text input field containing "13-3-12", with a calendar icon to its left.
- Descripción:** A text area containing the text "Aprobación de los objetivos ...".
- Buttons:** "Crear petición" and "Cancelar" buttons are located at the bottom right of the form.

Figura 18. Prototipo crear petición de firma (primera revisión)

Para una segunda revisión los defectos que brindaba el prototipo fueron corregidos, obteniendo que el 100% de los usuarios se encontraban conformes con las nuevas

## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

modificaciones que se incluían pues permitían realizar la funcionalidad de forma más fácil y con un grado mínimo de errores. Los nuevos cambios se definen en el nuevo prototipo que a continuación se presenta.

El prototipo muestra una ventana titulada "Nueva petición". En la parte superior, hay un campo de texto "Seleccionar documento:" con el valor "/medi/Datos/Tesis.pdf" y un botón "Examinar" con un ícono de lupa. Debajo, se indica el "Tipo de firma:" con dos opciones: "Firma en serie" (radio desactivado) y "Firma en paralelo" (radio activado). La sección "Seleccionar destinatarios" contiene dos listas: "Usuarios:" con Pedro Rodriguez, Pedro Antonio Rodriguez y Pedro Rosabales; y "Destinatarios:" con Reinier Elejarde, Julio A. Zamora y Pedro Rodriguez. Entre las listas hay botones de navegación << y >>. Abajo, se muestra "Prioridad:" con un menú desplegable en "Baja" y "Fecha de caducidad:" con un calendario y el valor "13/02/2012". La "Descripción:" tiene un área de texto con el contenido "Aprobación de los objetivos ...". En la parte inferior derecha, hay botones "Crear petición" y "Cancelar".

Figura 19. Prototipo crear petición de firma (segunda revisión)

En la siguiente gráfica se muestran los resultados obtenidos en las dos revisiones reflejados con el por ciento de los usuarios que tuvieron criterios de aceptación.

## Capítulo 4. “Validación de los requerimientos”

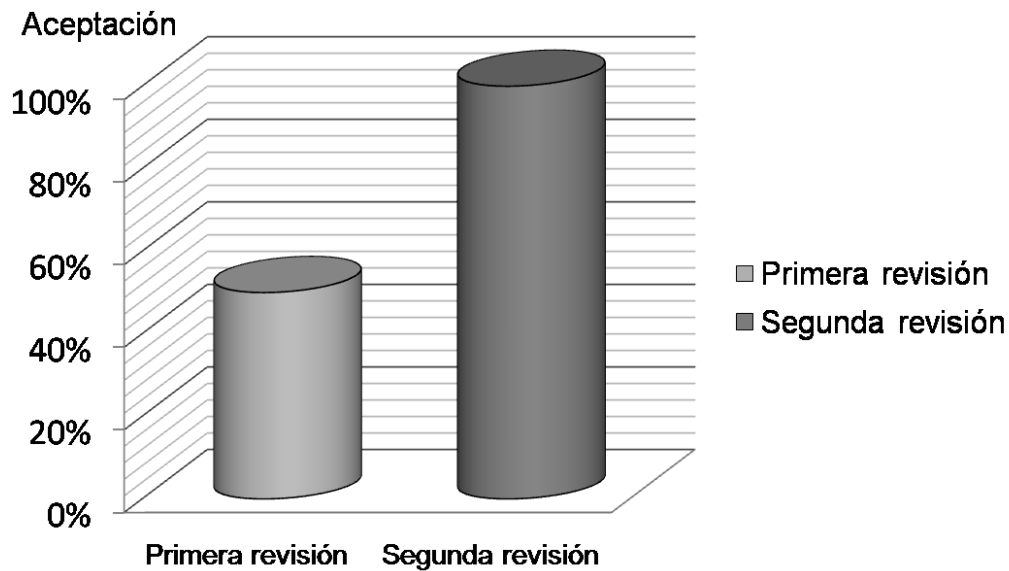


Figura 20. Gráfica de aceptación del RF Crear una petición de firmas de documentos

### 4.4 Conclusiones del capítulo

La validación de los requisitos realizada en el presente capítulo ha permitido dar respuesta a la siguiente pregunta planteada por Ian Sommerville: “¿Estamos construyendo el producto correctamente?”. Concluyendo que, después de aplicar las métricas de la calidad de la especificación y las técnicas de validación de requisitos revisión de requerimientos y construcción de prototipos se obtuvo un grupo de errores que fueron correctamente resueltos permitiendo expresar que las especificaciones se corresponden con las necesidades del cliente.

### **Conclusiones generales**

- El análisis de los sistemas de gestión de contenido y de los portafirmas digitales permitió obtener diferentes funcionalidades que engloban las generalidades del proceso de aprobación formal de documentos, las cuales se utilizaron de guía para la obtención de los requerimientos de la solución propuesta.
- La captura de requisitos facilitó la definición de los servicios que permitirán la ejecución de los flujos de trabajo de firma digital en el Gestor de Contenido Empresarial Alfresco.
- La definición de la arquitectura permitió organizar los componentes de la propuesta de solución con el objetivo de facilitar el diseño de la misma.
- Las técnicas de validación de requisitos revisión de requerimientos y construcción de prototipos permitieron corregir los errores previamente detectados y comprobar la corrección y completitud de la especificación de requisitos.

## **Recomendaciones**

Partiendo del estudio realizado y el conocimiento adquirido durante el desarrollo de la presente investigación se recomienda:

- Implementar los servicios propuestos en el presente trabajo.
- Crear servicios que permitan guardar flujos de trabajo para su posterior consulta y reutilización.
- Desarrollar una herramienta que permita generar el modelo de tarea y demás ficheros de configuraciones para registrar los flujos de trabajo.

## **Referencias bibliográficas**

- AIIM. Digital Signatures for Document Workflow and SharePoint [En línea]. 2010. [Fecha de consulta: 18 marzo 2012] Disponible en: <http://www.aiim.org/Research-and-Publications/Publications/AIIM-White-Papers/digital-signatures-for-sharepoint>.
- BHAUMIK, Snig. Alfresco 3 CookBook [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: <http://packtlib.packtpub.com/library/9781849511087/copyrightpg>. ISBN 978 1 849511 08 7.
- CALIDAD. Aprobación de documentos [en línea]. 2004. [fecha de consulta: 2 Febrero 2012]. Disponible en: [http://www.portalcalidad.com/etiquetas/290-Aprobacion\\_de\\_documentos](http://www.portalcalidad.com/etiquetas/290-Aprobacion_de_documentos).
- CALISOFT. Proceso de mejora. 2009. [fecha de consulta: 14 Febrero 2012]. Disponible en: <http://calisoft.uci.cu/index.php/proceso-de-mejora>.
- CARRASCO, J. B. Gestión de procesos [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: [http://www.evolucion.cl/resumenes/Resumen\\_libro\\_Gesti%F3n\\_de\\_procesos\\_JBC\\_2011.pdf](http://www.evolucion.cl/resumenes/Resumen_libro_Gesti%F3n_de_procesos_JBC_2011.pdf). ISBN 978 956 7604 20 3.
- CARUANA, D.; NEWTON, J., et al. Alfresco Practical Solutions for Enterprise Content Management [en línea].2010. [fecha de consulta: 13 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.wrox.com/WileyCDA/WroxTitle/Professional-Alfresco-Practical-Solutions-for-Enterprise-Content-Management.productCd-0470571047,descCd-DOWNLOAD.html>. ISBN 978 0 470 57104 0.
- CEI, P. L. Alfresco 3 Web Services [en línea]. 2010. [Fecha de consulta: 20 Febrero 2012]. Disponible en: <http://packtlib.packtpub.com/library/9781849511520/copyrightpg>. ISBN 978 1 849511 52 0.
- CHAVES, A. La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de

## *Referencias bibliográficas*

- proyectos de software. 10 ed. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2005, vol. VI, 13 p. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=66612870011>. ISSN 1409 4746.
- CMMI. CMMI nivel 2 Disponible en: <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>.
  - COALITION, W. M. Terminology & Glossary. Massachusetts: Workflow Management Coalition, 1999, vol. 2012, Disponible en: <http://www.wfmc.org/Download-document/WFMC-TC-1011-Ver-3-Terminology-and-Glossary-English.html>.
  - DIFFIE, W. y HELLMAN, M. E. New Directions in Cryptography. 1976.
  - EVA. El lenguaje de Programación Java™. 2010. [fecha de consulta: 25 Febrero 2012] Disponible en: [http://eva.uci.cu/file.php/69/Bibliografia/Libros/El\\_lenguaje\\_de\\_Programacion\\_Java.pdf](http://eva.uci.cu/file.php/69/Bibliografia/Libros/El_lenguaje_de_Programacion_Java.pdf).
  - EQUIHUA, S. M. Conceptos, recursos y estándares [en línea]. 2007. [fecha de consulta: 10 Enero 2012]. ISBN 978 987 1305 23 0.
  - FERNÁNDEZ, C. Representación, Interpretación y Aprendizaje de Flujos de Trabajo basado en Actividades para la estandarización de Vías Clínicas. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia, 2009.
  - FREEMARKER. What is FreeMarker? 2012. [fecha de consulta: 10 Marzo 2012]. Disponible en: <http://freemarker.sourceforge.net/>.
  - IEEE Computer Society. IEEE 1471-2000, recommended practice for architectural description of software intensive systems. 2000. [Consultado: 3 Marzo 2012].
  - INDENOVA. Portafirmas Electrónico. 2011. [fecha de consulta: 22 Febrero 2012] Disponible en: <http://www.indenova.com/indenovaPublic/index/solucionesdeFirmaElectronica/administracionPublica/portafirmasElectronico.html>.

## *Referencias bibliográficas*

- INSTITUTE, S. E. Capability Maturity Model Integration (CMMI). 2012. [fecha de consulta: 23 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>.
- INTERNACIONAL, V. P. Visual Paradigm Disponible en: <http://www.visual-paradigm.com>.
- JACOBSON, Ivar y BOOCH, Grady y RUMBAUGH, James. El proceso unificado de desarrollo de software [en línea]. Madrid, España. 2004. [fecha de consulta: 26 Noviembre 2011]. Disponible en: [http://148.201.94.3:8991/F?func=direct&current\\_base=ITE01&doc\\_number=000124233](http://148.201.94.3:8991/F?func=direct&current_base=ITE01&doc_number=000124233) ISBN: 8478290362.
- JBOSS. JBoss jBPM jPDL. 2010. [fecha de consulta: 21 Enero 2012]. Disponible en: <http://docs.jboss.com/jbpm/v3/userguide/index.html>.
- JBOSS. jBPM. 2011. [fecha de consulta: 1 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.jboss.org/jbpm>.
- LARMAN, Craig. UML Y PATRONES: Introducción al análisis y diseño orientado a objetos [en línea]. Prentice Hall, Hispanoamericana, S.A., 1999. 2004. [fecha de consulta: 3 Diciembre 2011]. Disponible en: <http://libropdf1.blogspot.com/2012/02/uml-y-patrones-introduccion-al-analisis.html>. ISBN: 9701702611
- MISON, D.; WAKIZAKA, S., et al. JBPM Users Guide 4.2.5. 2010. [fecha de consulta: 29 Enero 2012]. Disponible en: [http://docs.redhat.com/docs/en-US/JBoss\\_Enterprise\\_SOA\\_Platform/4.2/html/JBPM\\_Users\\_Guide/jpdgraphicalprocessdesigner.html](http://docs.redhat.com/docs/en-US/JBoss_Enterprise_SOA_Platform/4.2/html/JBPM_Users_Guide/jpdgraphicalprocessdesigner.html).
- O'REILLY. A Technical Introduction to XML. 2010. [fecha de consulta: 1 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.xml.com/pub/a/98/10/guide0.html?page=2#AEN58>.
- OFFICE, M. Comprender los flujos de trabajo de aprobación en SharePoint 2010. 2012. [fecha de consulta: 20 Febrero 2012] Disponible en: <http://office.microsoft.com/es-es/sharepoint-designer-help/comprender-los-flujos-de-trabajo-de-aprobacion-en>



## *Referencias bibliográficas*

sharepoint-2010-HA101857172.aspx#\_Toc264526205.

- PAE. Componente de workflow de firma Port@firmas. 2011. [fecha de consulta: 22Febrero 2012]. Disponible en: [http://administracionelectronica.gob.es/?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PAE\\_PG\\_CTT\\_General&langPae=es&iniciativa=132](http://administracionelectronica.gob.es/?_nfpb=true&_pageLabel=PAE_PG_CTT_General&langPae=es&iniciativa=132).
- PIXELWARE. Gestión de proceso de negocio. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.pixelware.com/workflow-flujo-trabajo.htm>.
- POTTS, Jeff. Alfresco Developer Guide [en línea]. 2008. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.packtpub.com/alfresco-developer-guide/book>. ISBN: 1847193110.
- PRESSMAN, Roger S. Proceso de Software y Métricas de Proyectos. En: PRESSMAN, Roger S, Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. España, 5ta edición. Félix Varela, 2002 53 pp. ISBN: 8448132149.
- SHARIFF, M.; CHOUDHARY, V., et al. Alfresco 3 Enterprise Content Management Implementation [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 20 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.packtpub.com/alfresco-3-enterprise-content-management-implementation/book>. ISBN 978 1 847197 36 8.
- SOFTWARE, Y. Nuxeo Enterprise Platform: Manual de Usuario. 2010 [fecha de consulta: 22 Febrero 2012]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/91074458/Manual-Usuario-Nuxeo-v1>.
- SOMMERVILLE, Ian. Requerimientos. En: Ingeniería del software Séptima Edición. España, Madrid. Pearson Educación, SA., 2005. 119 pp. ISBN: 978 0 321 31379 9
- UBUNTU, G. Eclipse. 2011. [fecha de consulta: 1 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.guia-ubuntu.org/index.php?title=Eclipse>.
- USÚA, J. E. Portafirmas electrónico. 2010. [fecha de consulta: 22 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.xnoccio.com/es/1619-portafirmas-digital/>.

## *Referencias bibliográficas*

- VISUAL PARADIGM. Visual Paradigm for UML - UML tool for software application development. 2010. [fecha de consulta: 10 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/>.
- VALDÉS, D. P. Diferentes lenguajes de programación. 2010. [fecha de consulta: 2 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/los-diferentes-lenguajes-de-programacion-para-la-web>.

## **Bibliografía**

- AIIM. Digital Signatures for Document Workflow and SharePoint [En línea]. 2010. [Fecha de consulta: 18 marzo 2012] Disponible en: <http://www.aiim.org/Research-and-Publications/Publications/AIIM-White-Papers/digital-signatures-for-sharepoint>.
- BHAUMIK, Snig. Alfresco 3 CookBook [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: <http://packtlib.packtpub.com/library/9781849511087/copyrightpg>. ISBN 978 1 849511 08 7.
- CALIDAD. Aprobación de documentos [en línea]. 2004. [fecha de consulta: 2 Febrero 2012]. Disponible en: [http://www.portalcalidad.com/etiquetas/290-Aprobacion\\_de\\_documentos](http://www.portalcalidad.com/etiquetas/290-Aprobacion_de_documentos).
- CALISOFT. Proceso de mejora. 2009. [fecha de consulta: 14 Febrero 2012]. Disponible en: <http://calisoft.uci.cu/index.php/proceso-de-mejora>.
- CARRASCO, J. B. Gestión de procesos [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: [http://www.evolucion.cl/resumenes/Resumen\\_libro\\_Gesti%F3n\\_de\\_procesos\\_JBC\\_2011.pdf](http://www.evolucion.cl/resumenes/Resumen_libro_Gesti%F3n_de_procesos_JBC_2011.pdf). ISBN 978-956-7604-20-3.
- CARUANA, D.; NEWTON, J., et al. Alfresco Practical Solutions for Enterprise Content Management [en línea].2010. [fecha de consulta: 13 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.wrox.com/WileyCDA/WroxTitle/Professional-Alfresco-Practical-Solutions-for-Enterprise-Content-Management.productCd-0470571047,descCd-DOWNLOAD.html>. ISBN 978 0 470 57104 0.
- CEI, P. L. Alfresco 3 Web Services [en línea]. 2010. [Fecha de consulta: 20 Febrero 2012]. Disponible en: <http://packtlib.packtpub.com/library/9781849511520/copyrightpg>. ISBN 978 1 849511 52 0.
- CHAVES, A. La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de

- proyectos de software. 10 ed. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2005, vol. VI, 13 p. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=66612870011>. ISSN 1409 4746.
- CMMI. CMMI nivel 2 Disponible en: <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>.
  - COALITION, W. M. Terminology & Glossary. Massachusetts: Workflow Management Coalition, 1999, vol. 2012, Disponible en: <http://www.wfmc.org/Download-document/WFMC-TC-1011-Ver-3-Terminology-and-Glossary-English.html>.
  - DIFFIE, W. y HELLMAN, M. E. New Directions in Cryptography. 1976.
  - EVA. El lenguaje de Programación Java™. 2010. [fecha de consulta: 25 Febrero 2012] Disponible en: [http://eva.uci.cu/file.php/69/Bibliografia/Libros/El\\_lenguaje\\_de\\_Programacion\\_Java.pdf](http://eva.uci.cu/file.php/69/Bibliografia/Libros/El_lenguaje_de_Programacion_Java.pdf).
  - EQUIHUA, S. M. Conceptos, recursos y estándares [en línea]. 2007. [fecha de consulta: 10 Enero 2012]. ISBN 978 987 1305 23 0.
  - FERNÁNDEZ, C. Representación, Interpretación y Aprendizaje de Flujos de Trabajo basado en Actividades para la estandarización de Vías Clínicas. Departamento de Sistemas Informáticos y Computación. Universidad Politécnica de Valencia, 2009.
  - FREEMARKER. What is FreeMarker? 2012. [fecha de consulta: 10 Marzo 2012]. Disponible en: <http://freemarker.sourceforge.net/>.
  - IEEE Computer Society. IEEE 1471-2000, recommended practice for architectural description of software intensive systems. 2000. [Consultado: 3 Marzo 2012].
  - INDENOVA. Portafirmas Electrónico. 2011. [fecha de consulta: 22 Febrero 2012] Disponible en: <http://www.indenova.com/indenovaPublic/index/solucionesdeFirmaElectronica/administracionPublica/portafirmasElectronico.html>.

- INSTITUTE, S. E. Capability Maturity Model Integration (CMMI). 2012. [fecha de consulta: 23 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>.
- INTERNACIONAL, V. P. Visual Paradigm Disponible en: <http://www.visual-paradigm.com>.
- JACOBSON, Ivar y BOOCH, Grady y RUMBAUGH, James. El proceso unificado de desarrollo de software [en línea]. Madrid, España. 2004. [fecha de consulta: 26 Noviembre 2011]. Disponible en: [http://148.201.94.3:8991/F?func=direct&current\\_base=ITE01&doc\\_number=000124233](http://148.201.94.3:8991/F?func=direct&current_base=ITE01&doc_number=000124233) ISBN: 8478290362.
- JBOSS. JBoss jBPM jPDL. 2010. [fecha de consulta: 21 Enero 2012]. Disponible en: <http://docs.jboss.com/jbpm/v3/userguide/index.html>.
- JBOSS. jBPM. 2011. [fecha de consulta: 25 Enero 2012]. Disponible en: <http://www.jboss.org/jbpm>.
- LARMAN, Craig. UML Y PATRONES: Introducción al análisis y diseño orientado a objetos [en línea]. Prentice Hall, Hispanoamericana, S.A., 1999. 2004. [fecha de consulta: 3 Diciembre 2011]. Disponible en: <http://libropdf1.blogspot.com/2012/02/uml-y-patrones-introduccion-al-analisis.html>. ISBN: 9701702611
- MISON, D.; WAKIZAKA, S., et al. JBPM Users Guide 4.2.5. 2010. [fecha de consulta: 29 Enero 2012]. Disponible en: [http://docs.redhat.com/docs/en-US/JBoss\\_Enterprise\\_SOA\\_Platform/4.2/html/JBPM\\_Users\\_Guide/jpdgraphicalprocessdesigner.html](http://docs.redhat.com/docs/en-US/JBoss_Enterprise_SOA_Platform/4.2/html/JBPM_Users_Guide/jpdgraphicalprocessdesigner.html).
- O'REILLY. A Technical Introduction to XML. 2010. [fecha de consulta: 1 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.xml.com/pub/a/98/10/guide0.html?page=2#AEN58>.
- OFFICE, M. Comprender los flujos de trabajo de aprobación en SharePoint 2010. 2012. [fecha de consulta: 20 Febrero 2012] Disponible en: <http://office.microsoft.com/es-es/sharepoint-designer-help/comprender-los-flujos-de-trabajo-de-aprobacion-en->

sharepoint-2010-HA101857172.aspx#\_Toc264526205.

- ORÉ, A. INTRODUCCION AL CMMI-CMM. 2008. Disponible en: [http://www.calidadyssoftware.com/otros/introduccion\\_cmml.php](http://www.calidadyssoftware.com/otros/introduccion_cmml.php).
- PAE. Componente de workflow de firma Port@firmas. 2011. [fecha de consulta: 22Febrero 2012]. Disponible en: [http://administracionelectronica.gob.es/?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PAE\\_PG\\_CTT\\_General&langPae=es&iniciativa=132](http://administracionelectronica.gob.es/?_nfpb=true&_pageLabel=PAE_PG_CTT_General&langPae=es&iniciativa=132).
- PIXELWARE. Gestión de proceso de negocio. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.pixelware.com/workflow-flujo-trabajo.htm>.
- POTTS, Jeff. Alfresco Developer Guide [en línea]. 2008. [fecha de consulta: 18 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.packtpub.com/alfresco-developer-guide/book>. ISBN: 1847193110.
- PRESSMAN, Roger S. Proceso de Software y Métricas de Proyectos. En: PRESSMAN, Roger S, Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. España, 5ta edición. Félix Varela, 2002 53 pp. ISBN: 8448132149.
- ROLDÁN, A. Principales estándares BPM y Suite Open Source. Disponible en: <http://www.novayre.es/articulos/bpm-opensource.html>.
- SHARIFF, M.; CHOUDHARY, V., et al. Alfresco 3 Enterprise Content Management Implementation [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 20 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.packtpub.com/alfresco-3-enterprise-content-management-implementation/book>. ISBN 978 1 847197 36 8.
- SHARIFF, M.; CHOUDHARY, V. Alfresco 3 Web Content Management [en línea]. 2010. [fecha de consulta: 30 Enero 2012]. Disponible en: <http://packtlib.packtpub.com/library/9781847198006/copyrightpglISBN 978-1-847198-00-6>.
- SOFTWARE, Y. Nuxeo Enterprise Platform: Manual de Usuario. 2010 [fecha de

consulta: 22 Febrero 2012]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/91074458/Manual-Usuario-Nuxeo-v1>.

- SOMMERVILLE, Ian. Requerimientos. En: Ingeniería del software Séptima Edición. España, Madrid. Pearson Educación, SA., 2005. 119 pp. ISBN: 978 0 321 31379 9
- UBUNTU, G. Eclipse. 2011. [fecha de consulta: 1 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.guia-ubuntu.org/index.php?title=Eclipse>.
- USÚA, J. E. Portafirmas electrónico. 2010. [fecha de consulta: 22 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.xnoccio.com/es/1619-portafirmas-digital/>.
- VISUAL PARADIGM. Visual Paradigm for UML - UML tool for software application development. 2010. [fecha de consulta: 10 Febrero 2012]. Disponible en: <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/>.
- VALDÉS, D. P. Diferentes lenguajes de programación. 2010. [fecha de consulta: 2 Marzo 2012]. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/los-diferentes-lenguajes-de-programacion-para-la-web>.