

**Universidad de las Ciencias Informáticas**

**Facultad 1**

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



**Título:**

**Automatización de los procesos fundamentales del  
Centro de Identificación y Seguridad Digital.**

Autores: Yoandy Delgado Melian

Angel Ramón Valdivia Hernández

Tutor: MsC. Jorge Landrian García

Co Tutor: Ing. Reynier Lester Claro Escalona

Ciudad de La Habana, 2012.

## Declaración de Autoría

Declaramos ser los únicos autores de la tesis titulada: *Automatización de los procesos fundamentales del Centro de Identificación y Seguridad Digital* y autorizo al Centro de Identificación y Seguridad Digital (CISED) de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

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

“Yoandy Delgado Melian”

“Angel Ramón Valdivia Hernández”

---

Firma de autor

---

Firma de autor

“MsC. Jorge Landrian García”

“Ing. Reynier Lester Claro Escalona”

---

Firma del tutor

---

Firma del cotutor

## Datos de contacto

**Nombre y Apellidos:** MsC. Jorge Landrian García.

**Correo:** [jlandrian@uci.cu](mailto:jlandrian@uci.cu)

**Situación laboral:** Profesor, Instructor Facultad 1, Ingeniero en Ciencias Informáticas, Máster en Ciencias.

**Años de graduado:** 5 años.

**Especialidad de graduación:** Máster en Ciencias Informáticas.

**Institución a la que pertenece:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Dirección:** Carretera San Antonio de los Baños, Torrens, Municipio Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba, Código postal 19370.

**Nombre y Apellidos:** Ing. Reynier Lester Claro Escalona.

**Correo:** [rclaro@uci.cu](mailto:rclaro@uci.cu)

**Situación laboral:** Profesor, Instructor Facultad 1, Ingeniero en Ciencias Informáticas.

**Años de graduado:** 3 años.

**Institución a la que pertenece:** Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**Dirección:** Carretera San Antonio de los Baños, Torrens, Municipio Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba, Código postal 19370.

## **Frase**

**“La mejor forma de predecir el futuro es implementarlo”**

**David Heinemeier Hansson**

## Agradecimientos de Angel

A mis padres que han sido mis mejores maestros, a mis abuelas por el cariño y apoyo que siempre me han dado y a mi hermano menor por darme ánimo en los momentos difíciles.

A mis tíos y primos de la Habana y Sancti-Spíritus por su apoyo y ayuda incondicional.

A mi compañero de tesis Yoandy por ser el mejor compañero de equipo que he tenido.

A nuestros tutores Reinier y Landrian por habernos guiado y acompañado hasta el último momento.

A mis amigos, compañeros de apartamento, aula y andanzas gracias por los consejos, la ayuda de estos 5 años de universidad y el apoyo que siempre me han dado.

A la mis vecinos del barrio por la confianza y apoyo que siempre me han dado.

A todos aquellas personas que me han ayudado de una forma u otra en mi formación profesional, para todos ustedes mi agradecimiento de todo corazón.

## Agradecimientos de Yoandy

A mi mamá y mi papá por haber sido mi máximo ejemplo, por haberme guiado y alentado siempre a dar lo mejor de mí, por amarme tanto, por apoyarme siempre y por estar presente en cada momento de mi vida.

A mis abuelos que los quiero mucho.

A mi hermana por darme un sobrino tan lindo.

A mis primos, mis tías y mis tíos, en general toda mi familia, por confiar en mí.

A mi novia Aylin por estar a mi lado desde 3er año dándome su apoyo y compañía.

A todos mis amigos del aula por haberme ayudado a salir adelante en estos 5 años, a Ernesto a Miguel a Darislesdis.

A Angel mi compañero de tesis que a pesar de los malos momentos y de las largas discusiones con el Bonita, y todas sus loqueras siempre fuimos un equipo.

A nuestros amigos del laboratorio Rubier y Yandy por ayudarnos mutuamente cuando las cosas parecían imposibles.

A todas las chicas de la uci que de una forma u otra han pasado por mi vida, gracias por esos momentos bonitos que vivimos.

A todas aquellas personas que de alguna forma han contribuido a nuestra formación y al desarrollo exitoso de nuestra tesis.

Para ustedes todo mi cariño, de corazón, muchas gracias.

## Dedicatoria de Angel

A mis padres y familiares, a mis amigos y compañeros de andanzas y batallas.

## Dedicatoria de Yoandy

A mis Padres, a mi familia, a mis amigos, a mi novia.

## Resumen

En el presente trabajo de diploma se investiga acerca de las principales actividades que se realizan en el Centro de Identificación y Seguridad Digital (CISED) perteneciente a la Universidad de las Ciencias Informáticas, así como las diferentes herramientas relacionadas con la Gestión de Procesos de Negocios (Business Process Management o BPM por sus siglas en inglés) con el objetivo de identificar y automatizar los procesos fundamentales del centro utilizando una de estas herramientas. En el CISED actualmente se llevan a cabo una serie de actividades y procesos que muchas veces tienen una estrecha relación entre sí, realizándose estos de forma manual haciendo el proceso engorroso y dificultando las actividades que se llevan a cabo. La Gestión de Procesos de Negocio es una metodología corporativa que se enfoca en la administración de procesos en una institución, encargándose de hacerlos más eficientes y flexibles con una alta adaptabilidad a cambios, convirtiendo a dicha metodología en la más adecuada para aplicarse en este caso. Se ha demostrado que para la correcta aplicación de las tecnologías BPM se debe entender claramente la naturaleza de los procesos, cómo son y cómo funcionan, lograr capturar la esencia de dichos procesos y lo fundamental del negocio a fin de simplificarlos, para ello se realizará un estudio de las metodologías y herramientas que garanticen la comprensión de los procesos de negocio del CISED, a fin de simplificarlos y automatizarlos en un portal web.

### **PALABRAS CLAVES**

Automatización de procesos, Centro de Identificación y Seguridad Digital (CISED), Gestión de Procesos de Negocio (BPM).



## TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE ILUSTRACIONES .....	X
DIAGRAMAS DE FLUJO LÓGICO.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>6</b>
1.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	6
1.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIO .....	8
1.3 SOLUCIONES EXISTENTES.....	9
1.4 TECNOLOGÍAS Y LENGUAJES .....	11
1.4.1 Sistema Gestor de Base de Datos PostgreSQL .....	11
1.4.2 ERwin .....	12
1.4.3 NetBeans .....	13
1.4.4 Intalio BPM.....	14
1.4.5 Ultimus BPM Suite.....	15
1.4.6 ProcessMaker .....	16
1.4.7 Kbee.workflow.....	17
1.4.8 Bonita Open Solution 5.2.2.....	17
1.4.9 JBOSS.....	19
1.4.10 Lenguaje de programación JAVA.....	20
1.4.11 Lenguaje de programación Groovy .....	22
1.5 METODOLOGÍA .....	22
1.5.1 BPM: RAD®.....	23
CONCLUSIONES PARCIALES .....	27
<b>CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>28</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CISED .....	28
2.2 PROCESOS DEL CISED .....	30
2.3 REQUERIMIENTOS DE NEGOCIO Y DE SISTEMAS .....	31
2.4 REQUISITOS NO FUNCIONALES .....	36
2.5 MODELADO LÓGICO DE LOS PROCESOS IDENTIFICADOS .....	37
2.5.1 Especificaciones detalladas de procesos de negocio.....	38
2.5.2 Diagramas de flujos lógicos de procesos modelados con BPMN.....	44

2.6 ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN.....	49
2.6.1 <i>Arquitectura de los paquetes de procesos</i> .....	50
CONCLUSIONES PARCIALES .....	51
<b>CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS .....</b>	<b>52</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	52
3.2 CONECTORES UTILIZADOS .....	52
3.2.1 <i>Informes, reportes y planillas</i> .....	55
3.2.2 <i>Base de Datos</i> .....	55
3.3 PROPUESTA DE DESPLIEGUE DE LA SOLUCIÓN.....	55
3.4 PROPUESTA DE INTERFAZ.....	56
3.5 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	56
3.5.1 <i>Pruebas realizadas</i> .....	57
3.5.2 <i>Iteraciones de pruebas</i> .....	59
3.6 CONCLUSIONES PARCIALES .....	61
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>
PDF GENERADOS USANDO ITEXT.....	66
DISEÑOS DE LA INTERFAZ DE LA APLICACIÓN .....	68
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>70</b>

## Tabla de Ilustraciones

Figura 1 Conjunto de utilidades de software (5).....	7
Figura 2 Fases y resultados de la Metodología BPM: RAD® (26).....	27
Figura 3 Estructura organizativa del CISED (27).....	30
Figura 4 Arquitectura de la solución.....	50
Figura 5 Configuración para el conector de correo SMTP .....	53
Figura 6 Conector Groovy para generar PDF desde una plantilla .....	54
Figura 7 Configuración del conector para bases de datos PostgreSQL .....	54

Figura 8 Tabla auxiliar trabajador.....	55
Figura 9 Diagrama de despliegue .....	56
Figura 10 Prueba a conector de LDAP.....	58
Figura 11 PDF Generado: Evaluación de desempeño de un profesor.....	66
Figura 12 PDF Generado desde plantilla: Solicitud de recurso de red .....	67
Figura 13 Sistema de Procesos (vista usuario), proceso embebido Adiestramiento profesoral. ....	68
Figura 14 Adiestramiento profesoral en vista externa .....	69

### Diagramas de Flujo Lógico

Diagrama de flujo lógico 1 Solicitud de un trabajador al centro y solicitud de recursos de redes y repositorio.....	45
Diagrama de flujo lógico 2 Evaluación de desempeño de un profesor. ....	46
Diagrama de flujo lógico 3 Adiestramiento profesoral. ....	47
Diagrama de flujo lógico 4 Plan de adiestramiento.....	48

### Tablas de Contenido

Tabla 1 Solicitud de un trabajador al centro .....	39
Tabla 2 Evaluación de desempeño de un profesor .....	40
Tabla 3 Adiestramiento profesoral .....	41
Tabla 4 Plan de adiestramiento.....	43
Tabla 5 Solicitud de recursos de red.....	44
Tabla 6 Caso de prueba “Generar planilla de evaluación”.....	59
Tabla 7 Resultados generales de las iteraciones de pruebas.....	60
Tabla 8 Comparación entre los tiempos de ejecución de los procesos actuales con los automatizados .....	60



## Introducción

Con el transcurso de los años se ha logrado un gran avance y desarrollo en el mundo empresarial, el cual ha evolucionado de una forma tan rápida que hoy en día se considera que los procesos son un activo fundamental en el desarrollo de toda organización, razón por la cual las empresas deben adaptarlos, optimizarlos e integrarlos, apoyándose en soluciones de negocio conformadas por plataformas que responden ante los cambios que produce el entorno (1).

En la actualidad las empresas se desenvuelven en entornos competitivos, donde la evolución y los cambios para lograr una mejor y eficiente producción son unas de sus principales tareas, por lo que necesitan constantemente adaptar y mejorar sus procesos, pero frecuentemente están frenadas por aplicaciones y sistemas que no están preparados para explotar nuevas oportunidades y adaptarse a los cambios de forma ágil. La gestión de procesos de negocio (BPM), con sus enfoques evolucionados y sus tecnologías de punta, ha emergido como el elemento clave para proveer a las organizaciones de la agilidad y flexibilidad necesaria para responder de forma rápida a los nuevos cambios y oportunidades de mercado o de la propia empresa (2).

La implantación del BPM surge como un factor clave y estratégico, siendo adoptado por las organizaciones con más frecuencia para mejorar sus procesos y recursos empresariales. La tecnología BPM, combinada con una adecuada gestión de procesos, debe tener características específicas para ofrecer dinamismo, flexibilidad y agilidad en la evolución de los procesos de negocio y sistemas informáticos asociados.

Muchas de las empresas interesadas en su durabilidad pretenden minimizar los problemas relacionados con la mala gestión de los requerimientos en el desarrollo de sistemas, pues han decidido utilizar la gestión de procesos de negocio, que como filosofía de gestión consolida la conceptualización para modelar, automatizar, optimizar y representar gráficamente nuevos procesos. Además cuentan con un conjunto de herramientas que brindan el soporte necesario para cumplir con el ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio.

Debido al enorme potencial económico que tiene el mercado del software a nivel mundial, Cuba se decidió hace algunos años adentrarse en el desarrollo y expansión de esta industria, creando con

este fin la Universidad de las Ciencias Informáticas, con el propósito de formar personal capacitado para llevar a cabo la difícil tarea de informatizar la nación, así como crear un nuevo renglón de exportación para contribuir a su economía, desde entonces ha dado frutos generando diversos proyectos para la obtención de productos informáticos para empresas nacionales y extranjeras.

El CISED es uno de los centros de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), donde se desarrollan soluciones informáticas para la exportación y uso nacional. En este centro se desarrollan varias actividades, las cuales muchas veces se relacionan entre sí formando procesos complejos, algunas de estas actividades se realizan de forma manual, existiendo una mayor probabilidad de ocurrir errores humanos, donde no es posible dar seguimiento a los mismos haciendo difícil su gestión volviéndolas engorrosas y lentas a la hora de ejecutarse, dejando sin explotar muchas veces los recursos tecnológicos existentes, ejemplo de ello se ve en el proceso de solicitud de recursos de redes donde el personal interesado en la solicitud no tiene forma de saber el estado de la misma y por qué parte del proceso va dicha solicitud, ocasionando que este tendría que consultar a su jefe de departamento o directivo inmediato o al subdirector de tecnología para conocer el estado la misma, ocurriendo en ocasiones que esta haya sido denegada por error en los datos de la solicitud al ser el llenado de la planilla de solicitud manualmente, es por ello que se hace necesario mejorarlos utilizando las tecnologías, para reducir los tiempos de ejecución de los mismos, darles seguimiento por el personal involucrado en ellos y mantener un mejor control de la información que se tramita.

De lo anteriormente expuesto se obtiene el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo mejorar la gestión de los procesos de negocio fundamentales del Centro de Identificación y Seguridad Digital? Para la solución del problema de investigación se define como **objeto de estudio** la gestión de procesos.

Con el propósito de solucionar el problema planteado se define como **objetivo general** automatizar los procesos fundamentales del CISED logrando la mejora en su gestión.

Como guía para la automatización se trazan los siguientes **objetivos específicos**:

- Analizar el estado del arte de las herramientas y metodología.
- Identificar los procesos fundamentales del CISED.

- Modelar y automatizar los procesos identificados.
- Desplegar y validar los procesos automatizados.

Siendo el **campo de acción**, la gestión de los procesos fundamentales en el CISED.

La presente investigación propone la siguiente **idea a defender**: si se automatizan los procesos fundamentales del Centro de Identificación y Seguridad Digital entonces se mejorará la gestión de los procesos que se realizan en el centro.

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos se han trazado las siguientes **tareas de investigación**:

- Análisis de las diferentes herramientas basadas en tecnología BPM, responsable Angel R.
- Análisis de las metodologías existentes para el desarrollo de soluciones BPM, responsable Yoandy.
- Identificación de los procesos fundamentales que se realizan en el Centro de Identificación y Seguridad Digital, responsables Yoandy y Angel R.
- Definición de la notación para BPM a utilizar en el desarrollo de la solución, responsables Yoandy y Angel R.
- Confección de los requisitos de cada proceso seleccionado, Yoandy y Angel R.
- Modelado de los procesos seleccionados, Yoandy y Angel R.
- Análisis de cómo consumir los servicios necesarios para implementar la solución, responsable Angel R.
- Instalación y configuración de un servidor de aplicaciones para el despliegue de los procesos automatizados, responsable Yoandy.
- Validación de la propuesta de solución, responsable Angel R.

Del presente trabajo se espera como **resultado**: La automatización de los procesos de negocio fundamentales que se realizan en el CISED.

## **Métodos de investigación científica utilizada**

En el presente trabajo se emplean como método teórico, el método inductivo – deductivo, el histórico-lógico que plantean:

### **Método Inductivo – deductivo**

**Inducción:** Se define como una forma de razonamiento por medio de la cual se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales.

**Deducción:** Es una forma de razonamiento, mediante el cual se pasa de un conocimiento general a otro de menor nivel de generalidad.

Con este método, se parte de leyes y principios generales para explicar y solucionar problemas particulares (3).

- Este método fue utilizado para lograr un entendimiento bastante detallado de cómo ocurren los procesos del centro y así proponer una solución a la problemática planteada.

### **Histórico - Lógico**

**Histórico:** Analizan la trayectoria completa del fenómeno, su condicionamiento a los diferentes períodos de la historia, revela las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.

**Lógico:** Investiga las leyes generales del funcionamiento y desarrollo de los fenómenos (3).

- Se evidenció claramente la utilización de este método en todo el proceso de investigación para dar solución a la correcta realización de la utilización de la filosofía empresarial BPM para definir los procesos de negocio a la posterior ingeniería de requisitos a realizar como parte del ciclo de vida de desarrollo de software.

Además se aplicó como **Método Empírico, el Método de Entrevista y el Método Observación** que plantean:

**Método de Entrevista:** La entrevista es una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo de los fenómenos o sobre características personales del entrevistado y puede influir en determinados aspectos de la conducta humana por lo que es importante una buena comunicación (3).



- Este método se evidenció en las entrevistas realizadas con las partes involucradas en los procesos fundamentales del centro, a fin de obtener información detallada que permita el entendimiento global de dichos procesos.

**Método Observación:** Es la percepción planificada dirigida a un fin y relativamente prolongada de un hecho o fenómeno. Es el instrumento universal del científico, se realiza de forma consciente y está orientada a un objetivo determinado (3).

- Este método es usado en un estudio realizado en el CISED, donde se podrá observar cómo funciona dicho centro para lograr la correcta gestión de los procesos de negocio e ingeniería de requisitos integrando dichas etapas.

El presente trabajo de diploma cuenta con la estructura siguiente:

**Capítulo 1:** En este capítulo se exponen los conceptos y definiciones principales para la comprensión del tema a abordar. Contiene una vista amplia de los principales marcos tecnológicos empleados para soluciones BPM, así como las principales metodologías y herramientas utilizadas en la gestión de proceso de negocio, para poder integrar dichos elementos y dar solución al problema en cuestión.

**Capítulo 2:** En este capítulo se describen detalladamente los procesos de negocio actuales a automatizar, se presentan los requisitos de negocio y sistema que han sido identificados así como las especificaciones detalladas de cada uno de ellos, por último se describen los diagramas de flujo lógico de los procesos fundamentales modelados con BPMN y la arquitectura del sistema.

**Capítulo 3:** En este capítulo se describe el modelo de despliegue, además de eso se presentan los conectores utilizados por los procesos automatizados y por último se exponen como fueron concebidas las pruebas para garantizar la calidad de los mismos.

# Capítulo 1: Fundamentación Teórica

En el presente capítulo se abordarán los conceptos fundamentales relacionados con la Gestión de Procesos de Negocio, se enfatizará en las características de la metodología usada, así como el estado del arte actual para las herramientas a utilizar, analizando de cada una de ellas sus ventajas y desventajas a fin de seleccionar las más adecuadas para llevar a cabo la automatización de los procesos fundamentales en el Centro de Identificación y Seguridad Digital.

## 1.1 Conceptos Fundamentales

**Proceso:** Según la Real Academia de la Lengua Española, se define el término proceso como:

- El conjunto de fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.
- La sucesión de tareas, que tiene como origen unas entradas y como fin unas salidas.

Basándonos en estos conceptos definimos proceso como una secuencia de actividades con orden lógico y repetitivo ejecutadas por una organización, centro, grupo, persona o sistema con la capacidad de transformar entradas en salidas.

**Proceso de negocio:** Es un conjunto de tareas relacionadas de forma lógica, llevadas a cabo para lograr un resultado de negocio definido. Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones y salidas (4). En el CISED se define proceso de negocio como el conjunto de actividades que se realizan entre el personal del centro en un marco de trabajo a fin de lograr un objetivo en específico.

**Gestión de Procesos de Negocio (BPM):** Se llama gestión de procesos de negocio a la metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, que se deben modelar, automatizar, y optimizar de forma continua.

BPM se apoya en tecnología de información para automatizar tareas y dar agilidad a los cambios requeridos por la empresa. La tecnología que posibilita la implantación y adopción de BPM constituye una categoría nueva de sistemas informáticos denominada Sistemas para la Gestión de Procesos de Negocio (BPMS siglas en inglés). A diferencia de los sistemas de información tradicionales basados en la gestión de datos, estos sistemas se especializan en la gestión de procesos de negocio (5). BPM incluye además su propia notación para el modelado de procesos de negocio llamada BPMN.

**Notación para el Modelado de Procesos de Negocio (BPMN):** BPMN es el acrónimo de Notación para el Modelado de Procesos de Negocio, siendo la notación gráfica estandarizada para el modelado de los procesos de negocio. Su principal objetivo es resolver las dificultades de comunicación que tiene el lenguaje común, proporcionar un método normalizado para representar procesos de negocio, facilitar su entendimiento debido a la poca complejidad de su notación, proporcionar un lenguaje común entre los usuarios de negocio y los técnicos, facilitar el modelado de los procesos de negocio.

Está basado en la idea de que existen diferentes roles con diferentes responsabilidades, cuya comunicación se realiza de forma similar a lo que sería un diagrama de estados, pero dentro de un tiempo determinado. Actualmente tiene mayor uso la versión 1.2 pero cada vez es más fácil ver la versión 2.0 (6).

**BPMN 2.0:** BPMN 2.0 es un nuevo estándar de modelado de procesos de negocio, en donde se presentan gráficamente las diferentes etapas. La notación ha sido diseñada específicamente para coordinar la secuencia de procesos y los mensajes que fluyen entre los diferentes procesos participantes (7). Esta notación tiene como ventajas con respecto a su antecesora el soporte a nuevos modelos de diagrama adicionando las conversaciones y coreografías, también extiende la tipología de actividades, eventos e intercepciones, además de esto incluye para el modelo de colaboración el soporte a múltiples participantes.

**BPMS:** Pueden ser definidos como el conjunto de utilidades de software para definir, implementar y mejorar procesos de negocio que cumplen con características técnicas necesarias para aplicar el concepto BPM (5). Para una mejor comprensión de lo anteriormente expuesto ver Figura 1 Conjunto de utilidades de software (5)



Figura 1 Conjunto de utilidades de software (5)

BPMS es la suite de tecnologías BPM que incluye los módulos funcionales, capacidades técnicas y la infraestructura de apoyo integradas en un único entorno. Los BPMS persiguen el objetivo de extraer los procesos de las diferentes aplicaciones de software y almacenarlos en un repositorio de procesos, las aplicaciones que apoyen estos procesos deberán acceder a este repositorio para consultarlos y trabajar sobre ellos, integrando la información de la organización a un nivel mucho más elevado. Los BPMS deben reunir tres requerimientos obligatorios: Flexibilidad, Fiabilidad y Seguridad, poseer capacidades de escalabilidad, alto rendimiento, tolerancias a fallos y calidad de servicio y desde que esta tecnología ha pasado la frontera de la empresa deben también ofrecer niveles avanzados de seguridad (8).

## **1.2 Origen y evolución de la gestión de procesos de negocio**

Posterior al surgimiento de la reingeniería de procesos de negocio en los años 90 se enfatiza en el papel de las tecnologías de la información como facilitadoras y conductoras de la innovación, claves para la gestión de los procesos y la gestión de cambios, así como para la implementación de la reingeniería y la mejora continua de los procesos. Como resultado, las tecnologías de la información se establecieron firmemente como sistema de gestión de grandes empresas. De esta forma y como consecuencia directa del movimiento de reingeniería y el levantamiento de Tecnologías de la Información (TI), grandes compañías comenzaron a desarrollar e implementar los llamados sistemas para la Planificación de Recursos Empresariales (ERP), tales como Systems Analysis & Program Development (SAP), Oracle and Peoplesoft. A pesar de su extendida presencia en el mundo corporativo, los ERP son sistemas excesivamente caros y con gran dificultad para poder implementar cambios en el flujo de trabajo, es decir, a menudo son rígidos a los cambios en implementaciones para el especialista en procesos de negocio. Todo esto podría llevar a pensar que no se puede lograr conceptualizar el cambio radical planteado por los teóricos de la reingeniería. Sin embargo, este pensamiento cambia con el advenimiento de un nuevo proceso de negocio basado en tecnología e internet, entrándose en un nuevo mundo tecnológico, con un diseño basado en procesos e implementaciones de flujo de trabajo. En este nuevo mundo tecnológico, los diseñadores de procesos de negocio están directamente envueltos en el sistema.

La Suite de Gestión de Procesos de Negocio (Business Process Management Suite, BPMS por sus siglas en inglés) cierra las relaciones de trabajo entre los analistas de procesos y los especialistas de

TI, lo que ayuda a reducir la brecha entre los requerimientos del negocio y la solución final de despliegue. (8)

Los sistemas BPM comparados con los desarrollados con ERP tienen como ventajas fundamentales:

- Un ERP proporciona buenos flujos de trabajo, los cuales se encuentran embebidos en aplicaciones. Estos flujos de trabajo son pobres, debido a que dan soporte a nivel funcional y no a nivel empresarial. BPM soporta ambos escenarios, ayuda en flujos de trabajo a nivel funcional y a nivel empresarial.
- Un ERP es un sistema de procesamiento que automatiza transacciones e integra funcionalidades, pero fallan en orquestar procesos de negocio de inicio a fin. BPM puede orquestar procesos íntegramente.
- BPMS es mucho más ágil que un ERP. BPM requiere en promedio tres meses para implementarse. En cambio, implementar un ERP podría tomar entre uno y tres años.
- La gestión de cambios es más rápida en BPM. Los cambios pueden hacerse en espacios de tiempo muy cortos o en tiempo real.
- Un ERP, a menudo necesita BPM para ayudar a comprender su verdadero valor (9).

Un software BPM permite a las empresas definir formalmente sus procesos, conocer los tiempos en que tardan en ejecutarse así como el estado real de cada uno de ellos. Como los BPMS son capaces de aprovechar los recursos tecnológicos en la automatización de los procesos es posible minimizar el número de tareas humanas con lo que se reduce la probabilidad de errores humanos. Otra ventaja general de esta tecnología es que los procesos pueden ser monitoreados, a fin de conocer si se cumplieron los parámetros deseados.

### 1.3 Experiencias en el uso de BPMS

La Gestión de Procesos de Negocio, representa un nuevo paradigma que se ha extendido a nivel internacional cobrando mayor auge en la actualidad, muchas son las empresas e instituciones de gobierno a nivel internacional que optan por soluciones de este tipo para hacer más flexibles, ágiles y dinámicos sus procesos de negocio. Según la web de Bonitasoft® entre las empresas e instituciones que aplican sus soluciones BPMS para sus procesos de negocio están la Dirección General de Telecomunicaciones y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias, Bull España S.A, donde se ha dotado a la plataforma de administración electrónica del Gobierno de Canarias de la tecnología de automatización de procesos BPM, con esto se facilita el desarrollo de aplicaciones para el ciudadano,

con la finalidad de modernizar la tramitación de expedientes electrónicos en todos los ámbitos de la Administración Pública (10).

Otro ejemplo de empresas que utilizan BPM es Atmel, líder mundial en investigación, diseño, fabricación y comercialización de semiconductores avanzados, Atmel suministra al sector de la electrónica soluciones completas de sistemas centrados en los consumidores, industriales, seguridad, comunicaciones, informática y automóvil. Bonita Open Solution permite a Atmel mejorar sus procesos de fabricación, aumentar su transparencia, mejorar la eficacia y la flexibilidad de aportar un mejor sistema de control y vigilancia, a través de diferentes procesos (11).

El tema de BPM como filosofía empresarial de punta se ha introducido en Cuba, aunque aún son pocas las empresas que consideran su aplicación, principalmente por el alto costo de adquirir y mantener las soluciones BPM. Una de estas empresas que utiliza BPMS es ETECSA, la cual comienza con la adquisición en el año 2002 de la versión 5.0d del software Ultimus BPM Suite del proveedor Dinámica de Sistemas de Panamá teniendo en cuenta que estos ofrecían los mejores precios, garantía de soporte con asesoría directa en Cuba y que eran los líderes en Latinoamérica en la distribución del producto. Esta herramienta fue aplicada en la Vicepresidencia de Servicios Móviles (VPSM) de ETECSA obteniendo como resultados:

- Optimización de recursos: toda la documentación e información se encuentra digitalizada y automatizada.
- Reducción de tiempos: los usuarios disponen de toda la información que necesitan y las tareas llegan a una bandeja de entrada en su estación de trabajo para su ejecución de forma ágil.
- Calidad e integridad de los procesos: se cuenta con herramientas de monitoreo para conocer el estado de los procesos en tiempo real, evaluar su comportamiento y realizar mejoras.
- Uso eficiente de la infraestructura en función de los procesos y la satisfacción del cliente tanto interno como externo.

Otra empresa cubana que adquirió tecnología BPM es Tecnomática, perteneciente al Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). Esta organización también adquirió la solución Ultimus BPM Suite a través del mismo proveedor Dinámica de Sistemas de Panamá. Actualmente en Tecnomática se gestionan con esta solución los procesos Solicitudes de Pago y el proceso de Gestión de Contratos,

obteniendo beneficios como la reducción del tiempo de aprobación de contratos de 15 a 7 días y la reducción del tiempo de duración de la reunión del Comité de Contratación de 3 horas a 30 minutos (8).

## 1.4 Tecnologías y lenguajes

Para dar respuesta a la problemática resulta necesario realizar un análisis de las tecnologías y lenguajes con que se dispone a fin de seleccionar aquellas que se adapten a los objetivos que se persiguen. A continuación se presentan las herramientas y lenguajes que fueron analizados.

### 1.4.1 Sistema Gestor de Base de Datos PostgreSQL

PostgreSQL es un potente motor de bases de datos, se destaca por su amplísima lista de prestaciones que lo hacen capaz de competir con cualquier Sistema Gestor de Base Datos (SGBD) comercial, algunas de ellas son:

- Está desarrollado en C, con herramientas como Yacc y Lex.
- Cuenta con un rico conjunto de tipos de datos, permitiendo además su extensión mediante tipos y operadores definidos y programados por el usuario.
- Su administración se basa en usuarios y privilegios.
- Sus opciones de conectividad abarcan TCP/IP, sockets Unix y sockets NT, además de soportar completamente ODBC.
- Los mensajes de error pueden estar en español y hacer ordenaciones correctas con palabras acentuadas o con la letra 'ñ'.
- Es altamente confiable en cuanto a estabilidad se refiere.
- Puede extenderse con librerías externas para soportar encriptación, búsquedas por similitud fonética (soundex).
- Control de concurrencia multiversión, lo que mejora sensiblemente las operaciones de bloqueo y transacciones en sistemas multiusuario.
- Soporte para vistas, claves foráneas, integridad referencial, disparadores, procedimientos almacenados, subconsultas y casi todos los tipos y operadores soportados en SQL92 y SQL99.
- Implementación de algunas extensiones de orientación a objetos. En PostgreSQL es posible definir un nuevo tipo de tabla a partir de otra previamente definida. (12)

PostgreSQL se caracteriza por ser un sistema estable, de alto rendimiento, gran flexibilidad. Funciona en la mayoría de los sistemas Unix, tiene características que permiten extender fácilmente el sistema. Puede ser integrado al ambiente Windows permitiendo de esta manera a los desarrolladores, generar nuevas aplicaciones o mantener las ya existentes. Permite desarrollar o migrar aplicaciones desde Access, Visual Basic, Foxpro, Visual Foxpro, C/C++ Visual C/C++, Delphi, etc., para que utilicen a PostgreSQL como servidor de BD. Por lo expuesto PostgreSQL se convierte en una gran alternativa al momento de decidirse por un sistema de bases de datos (13).

### 1.4.2 ERwin

PLATINUM ERwin es una herramienta de diseño de base de datos. Brinda productividad en diseño, generación, y mantenimiento de aplicaciones. Desde un modelo lógico de los requerimientos de información, hasta el modelo físico perfeccionado para las características específicas de la base de datos diseñada, ERwin permite visualizar la estructura, los elementos importantes, y optimizar el diseño de la base de datos. Genera automáticamente las tablas y miles de líneas de procedimientos guardados y disparadores para los principales tipos de base de datos.

ERwin hace fácil el diseño de una base de datos. Los diseñadores de bases de datos sólo apuntan y pulsan un botón para crear un gráfico del modelo E-R (Entidad-Relación) de todos sus requerimientos de datos y capturar las reglas de negocio en un modelo lógico, mostrando todas las entidades, atributos, relaciones, y llaves importantes. Más que una herramienta de dibujo, ERwin automatiza el proceso de diseño de una manera inteligente. Por ejemplo, ERwin habilita la creación de un diccionario de atributos reusables, asegurando la consistencia de nombres y definiciones para su base de datos. Se mantienen las vistas de la base de datos como componentes integrados al modelo, permitiendo que los cambios en las tablas sean reflejados automáticamente en las vistas definidas. La migración automática garantiza la integridad referencial de la base de datos.

ERwin establece una conexión entre una base de datos diseñada y una base de datos, permitiendo transferencia entre ambas y la aplicación de ingeniería inversa. Usando esta conexión, ERwin genera automáticamente tablas, vistas, índices, reglas de integridad referencial (llaves primarias, llaves foráneas), valores por defecto y restricciones de campos.



ERwin soporta principalmente bases de datos relacionales SQL y bases de datos que incluyen Oracle, Microsoft SQL Server, Sybase, DB2, e Informix. El mismo modelo puede ser usado para generar múltiples bases de datos, o convertir una aplicación de una plataforma de base de datos a otra (14).

### 1.4.3 NetBeans

NetBeans IDE 7.0 es una aplicación de código abierto ("open source") diseñada para el desarrollo de aplicaciones fácilmente portables entre las distintas plataformas, haciendo uso de la tecnología Java.

NetBeans IDE dispone de soporte para crear interfaces gráficas de forma visual, desarrollo de aplicaciones web, control de versiones, colaboración entre varias personas, creación de aplicaciones compatibles con teléfonos móviles, resaltado de sintaxis y por si fuera poco sus funcionalidades son ampliables mediante la instalación de packs (15).

Es compatible con gran variedad de tecnologías como:

- Java EE 5, Java EE 6 y J2EE<sup>1</sup> 1.4.
- SDK de JavaFX 1.3.1.
- Spring 3.0, 2.5.
- Hibernate 3.2.5.
- API de Java para Servicios Web de RESTful (JAX-RS) 1.1.
- Rails 2.3.4, 3.0 Beta.
- Groovy 1.6.4.
- Grails 1.1.

**Está probado con los siguientes servidores de aplicaciones:**

---

<sup>1</sup> **Java 2 Platform, Enterprise Edition** o **Java EE** es una plataforma de programación, parte de la Plataforma Java para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en Lenguaje de programación Java con arquitectura de N niveles distribuidos, basándose ampliamente en componentes de software modulares ejecutándose sobre un servidor de aplicaciones.

- Servidor GlassFish OSE (Open Source Edition) 3.0.1.
- GlassFish Enterprise Server v2.1.1.
- Sun Java System Application Server PE 8.2.
- WebLogic 11g (10.3.3.0).
- Tomcat 6.0.26.
- Tomcat 5.5.
- JBoss 5.0.
- JBoss 4.2.3 (J2EE 1.4).

Funciona en varios sistemas operativos compatibles con la máquina virtual Java y ha sido probado en las plataformas que aparecen a continuación:

- Microsoft Windows XP Professional SP3/Vista SP1/Windows 7 Professional.
- Ubuntu 10.04.
- Solaris OS versión 10 (SPARC).
- Procesador: UltraSPARC II a 450 MHz.
- Solaris OS versión 10 (x86/x64 PlatformEdition).
- Macintosh OS X 10.5 Intel (16).

### 1.4.4 Intalio BPM

Es un software Open Source basado en Java, que implementa BPMS, y está basado en un conjunto de frameworks y arquitecturas muy conocidas en la industria del software y con una madurez aceptable. Intalio utiliza la notación BPMN para diseñar procesos que pueden adaptarse a los requisitos de las arquitecturas orientadas a servicio (SOA).

Básicamente, Intalio proporciona un esquema de adopción sencillo, con bajos costos de propiedad, un soporte bastante amplio de estándares de la industria, una base de comunidades y desarrolladores que contribuyen continuamente con mejoras, corrección y detección de bugs, además cuenta con grandes facilidades para agregar nuevas características (extensibilidad).

## Tiene componentes como:

- Una herramienta para el diseño de los procesos de negocio, basada en Eclipse (ambientes gráfico para el desarrollo java).
- Un motor que ejecuta los artefactos de software generados por el diseñador de procesos.
- Un Servidor de Aplicaciones donde residirán los servicios de procesos de negocio que se despliegan.

## Modelo de Negocio

El modelo de negocio de Intalio, está basado en una licencia dual. IntalioBPMS se distribuye en 3 ediciones: La edición abierta de IntalioBPMS, bajo una licencia pública de Mozilla (MPL), una edición para la comunidad de IntalioBPMS, y la edición de Intalio BPMSEnteprise.

La edición abierta incluye aproximadamente el 95% del código usado para la edición comunitaria y la de empresa. La edición abierta está desplegada sobre el servidor de Apache Geronimo J2EE, y la base de datos de MySQL.

La edición comunitaria se distribuye con el servidor de IBM WebSphere, junto con MySQL.

La edición empresarial puede desplegarse en otros servidores y bases de datos, su mayor características es el manejo transaccional (17).

Esta herramienta tiene el inconveniente de no brindar mucha información para el trabajo de la misma, además los formularios Orbeon XForms, aún están muy faltos de opciones, fallando demasiado en ocasiones.

## 1.4.5 Ultimus BPM Suite

Ultimus BPM Suite aborda el ciclo de vida completo de los procesos de negocio. La primera fase es el diseño de los procesos. Mediante la simulación, se desarrollan y documentan procesos optimizados desde el principio. A continuación se desarrollan e integran formularios y agentes. Luego se completa el proceso y se instala a los usuarios. Además de gestionar los proyectos, se pueden recopilar y analizar los datos del proceso para optimizaciones posteriores.

Se ocupa de todas las fases del ciclo de vida de un proceso de negocio con una completa solución de software que pueden utilizar todos los miembros de un equipo BPM con una amplia variedad de

habilidades. La metodología ya probada de Ultimus complementa el software y asegura una correcta implantación.

Tiene gran flexibilidad ya que es consciente de que cada empresa y organización es diferente, con diferentes reglas, diferentes sistemas y diferentes procesos. Además el software tiene ganchos o hooks de integración y personalización para ser fácilmente adaptados a una gran variedad de configuraciones y entornos.

Ofrece un modelo de licencia flexible y escalable. Por ello, los clientes sólo pagan lo que necesitan. La incorporación de recomendaciones aportadas por clientes a lo largo de los años ha permitido a Ultimus optimizar el entorno de desarrollo para clientes y usuarios de BPM a fin de que estos sean más sencillos de usar, simular e implantar sin sacrificar energía, flexibilidad ni agilidad. Esta combinación permite a los usuarios obtener un importante rol en las iniciativas BPM.

Ultimus BPM Suite se adapta a los estándares más comunes del sector, como Microsoft .NET, XML Schema, Web Services (WSDL, SOAP), MAPI, SMTP, LDAP y ADSI. Todos los componentes del servidor son individuales, modulares y adaptables. Ultimus también ofrece interfaces programables (API) completos para desarrollar procesos de negocio a medida con el objetivo de satisfacer sus necesidades únicas, y es una verdadera plataforma de procesos de negocio. Utiliza las bases de datos escalables de empresa SQL Server u Oracle. Ultimus ofrece numerosas interfaces abiertas basadas en .NET y Web Services y un Paquete de Integración de Empresas (EIK) para una mayor flexibilidad y facilidad de integración (18).

Esta herramienta es propietaria por lo que su uso implicaría la adquisición de licencias para los módulos que se requieran adicionándole un costo a la problemática planteada, es por esta razón que se considera utilizar otro BPMS de licencia libre con características similares.

### **1.4.6 ProcessMaker**

ProcessMaker es una herramienta totalmente libre y de código abierto (Open Source), disponible para las pequeñas y medianas empresas que necesiten de una herramienta informática capaz de colaborar con las actividades y procesos que realizan.

ProcessMaker es una opción libre, que permite a personas sin experiencia en programación, diseñar y aplicar soluciones para los procesos que se realizan en la misma.

Dentro de las posibilidades de la aplicación, podemos destacar que permite una forma sencilla de administrar los flujos de trabajo y ahorrar tiempo a la empresa, enfocándose esta, en cosas mucho más importantes. Asimismo, permite adaptar sus módulos y elementos a cualquier organización, pues posee un código y estructura de libre manejo (19).

De esta herramienta no se dispone de suficiente documentación además su nivel de madurez y compatibilidad con estándares aún no es lo suficientemente fuerte comparado con otros BPMS.

### **1.4.7 Kbee.workflow**

Kbee.workflow es un administrador de procesos de negocio (BPM) simple y versátil. Ofrece las herramientas necesarias para generar una sofisticada y flexible capa de procesos en una aplicación de negocios.

Se trata de una plataforma sólida y probada en aplicaciones con miles de usuarios y procesos en ejecución, desarrollada en tecnología Java, basada en estándares abiertos. Cuenta con componentes integrados al entorno de desarrollo Eclipse para la definición de procesos y tareas; herramientas para el monitoreo de los procesos en ejecución, infraestructura de tipo OLAP-Multidimensional para reportes analíticos, más un lenguaje de consulta sobre el motor de procesos de tipo OQL (Object Query Language) que hace simple la integración con consolas de trabajo y otras aplicaciones (19).

La documentación de esta herramienta y la fuerza de su comunidad aún es muy pobre por lo que se decide buscar una herramienta de más madurez.

### **1.4.8 Bonita Open Solution 5.2.2**

BonitaSoft es la empresa líder en las soluciones de gestión de procesos (BPM) en software libre. Con sede en Grenoble, Francia, creada en 2009 por los fundadores del proyecto Bonita, BonitaSoft quiere democratizar el BPM con una solución fácil e intuitiva de utilizar con un coste de implantación mínimo. Las diferentes versiones de Bonita han sido descargadas más de 300.000 veces por empresas de todo tipo y en proyectos simples o complejos.

En la actualidad cuenta con más de 60.000 visitas únicas cada mes en su página web, más de un millar de mensajes intercambiados en los foros de la comunidad, una cadena de televisión con más de 30.000 visualizaciones, así como alianzas tecnológicas estratégicas con las empresas líderes en el mundo del software libre como Talend, JasperSoft y eXo Platform.

A nivel comercial, BonitaSoft ha firmado decenas de nuevos clientes en 3 continentes desde la salida al mercado de Bonita Open Solution 5.2. En solo 4 meses empresas de todo tipo y sector han confiado en Bonita Open Solution en 8 países (Francia, España, Estados Unidos, Brasil, Canadá, Suiza, Bélgica y Malasia).

Bonita Open Solution permite el modelado de procesos complejos conformes a la especificación BPMN2, la integración de los procesos con reglas de negocio, una personalización a medida de las aplicaciones BPM así como la importación de procesos existentes en los formatos BPMN2, XPD y JPDL para facilitar la migración de procesos desde otras soluciones de BPM como Tibco, Lombardi / IBM, Oracle, SoftwareAG, RedHat / JBoss o Mega.

La interoperabilidad con otras plataformas y sistemas también forma parte de las nuevas funcionalidades de esta versión. Bonita Open Solution 5.2 incorpora conectores hacia SAP, Microsoft Exchange y SharePoint. En total, la solución cuenta con más de 100 conectores nativos, a los cuales hay que añadir más de 40 contribuidos por la comunidad de software libre de BonitaSoft (20).

### **Tiene como características principales:**

- Open Source.
- Es ligera.
- Compatibilidad con BPMN 2.0.
- Interfaz Intuitiva.
- Potente.
- Fácil importación de procesos desde otras herramientas (Tibco, Lobardi, etc.).
- Personalización de las herramientas.
- Integración de los procesos con reglas de negocio.
- Conectores nativos (+ de 100): SAP, Microsoft Exchange, etc.
- Conectores propios (realizados por la comunidad de BonitaSoft).
- Integración en Talend MDM Enterprise Edition (21).

Bonita Open Solution integra tres herramientas BPM en una:

- Bonita Studio que es la herramienta que permite modelar los procesos de negocio, conectar los procesos a otras fuentes de información externas o internas y el diseño de los formularios para la aplicación web final.
- Bonita User XP es el proveedor de una interfaz visual para interactuar con los procesos, permitiendo al administrador gestionar los mismos, así como la gestión de usuarios del sistema. Bonitasoft proporciona versiones de servidores de aplicaciones como el JBOSS o el Apache Tomcat pre configurado con el Bonita Execution Engine y el User XP.
- Bonita Execution Engine es el encargado de interpretar los modelos creados en el Bonita Studio, así como realizar las ejecutar los conectores configurados en el modelo.

Bonita Open Solution es la herramienta que más se adapta al uso de los estándares actuales, comparada con el resto de las herramientas posee una fuerte comunidad que provee de documentación, ejemplos y contribuciones a los nuevos usuarios de este BPMS, resalta además su gran número de conectores que flexibilizan la interacción con otros sistemas, otra ventaja que sobresale de Bonita es que facilita su despliegue en un servidor dedicado resultando ser la más adecuada entre las herramientas analizadas para dar solución a la problemática planteada.

### 1.4.9 JBOSS

El servidor JBOSS es un proyecto de código abierto, con el que se consigue un servidor de aplicaciones basado en J2EE, e implementado al 100% en Java. El grupo jboss se encarga de la actualización y desarrollo de nuevas versiones permitiendo participar en el proyecto. Jboss se ha convertido en uno de los Servidores de Aplicaciones más usado (22).

Uno de los rasgos más importantes de JBOSS es su apoyo a la implementación "en caliente". Lo que permite implementar un proceso con tan solo cargarlo y ejecutarlo, sin necesidad de reiniciar el servidor.

JBOSS ha anunciado que su servidor de aplicaciones ha superado la prueba de compatibilidad con las herramientas BPMS y, por lo tanto, se ha convertido en el primer servidor de aplicaciones libre que obtiene la certificación de compatibilidad con J2EE 1.4 (23).

### 1.4.10 Lenguaje de programación JAVA

JAVA es un lenguaje simple. Orientado a objeto, distribuido, interpretado, sólido, seguro, de arquitectura neutral, portable, de alto desempeño, soporte multihilos y dinámico.

- **Simple**

Basado en el lenguaje C++ pero donde se eliminan muchas de las características de la programación orientada a objeto que se utilizan esporádicamente y que creaban frecuentes problemas a los programadores. Esta eliminación de causas de error y problemas de mantenimiento facilita y reduce el coste del desarrollo de software.

- Java no da soporte a struct, union y pointer.
- Java no ofrece typedef ni #define.
- No permite la sobrecarga de operadores.
- No ofrece herencia múltiple.
- Maneja los comandos en línea de diferente manera que C++.
- Java tienen una clase String, que permite un mejor manejo que los arrays de terminación nula del C y C++.
- Java tiene un sistema automático de asignación y liberación de memoria (recolector de basura) que mejora mucho los sistemas del C++.

- **Orientado a objeto**

Java da buen soporte a las técnicas de desarrollo OOP y en resumen a la reutilización de componentes de software.

- **Distribuido**

Java se ha diseñado para trabajar en ambiente de redes y contienen una gran biblioteca de clases para la utilización del protocolo TCP/IP, incluyendo HTTP y FTP. El código Java se puede manipular a través de recursos URL con la misma facilidad que C y C++ utilizan recursos locales (archivos).

- **Interpretado**

El compilador Java traduce cada fichero fuente de clases a código de bytes (Bytecode), que puede ser interpretado por todas las máquinas que den soporte a un visualizador de que



funcione con Java. Este Bytecode no es específico de una máquina determinada, por lo que no se compila y enlaza como en el ciclo clásico, sino que se interpreta.

- **Sólido**

El código Java no se quiebra fácilmente ante errores de programación. Así el relaje que existe en la declaración y manejo de tipos en C y C++ se torna en restricciones en Java, donde no es posible la conversión forzada (cast) de enteros en punteros y no ofrece soporte a los punteros que permitan saltarse reglas de manejo de tipos. Así en Java no es posible escribir en áreas arbitrarias de memoria ni realizar operaciones que corrompan el código. En resumen se eliminan muchas de las posibilidades de "trucos" que ofrecían el C y C++.

- **Seguro**

Como Java suele funcionar en ambiente de redes el tema de seguridad debe interesar en sobremanera. Las mismas características antes descritas que evitan la corrupción de código evitan su manipulación. Actualmente se está trabajando en encriptar el código.

- **Arquitectura neutral**

El compilador crea códigos de byte (Bytecode) que se envía al visualizador solicitado y se interpreta en la máquina que posee un intérprete de Java o dispone de un visualizador que funciona con Java.

- **Portable**

Al ser de arquitectura neutral es altamente portable, pero esta característica puede verse de otra manera: Los tipos estándares (int, float, etc.) están igualmente implementados en todas las máquinas por lo que las operaciones aritméticas funcionarían igual en todas las máquinas.

- **Alto desempeño**

Al ser código interpretado, la ejecución no es tan rápida como el código compilado para una plataforma particular. El compilador Java suele ofrecer la posibilidad de compilar Bytecode en código máquina de determinadas plataformas, y según Sun este código resultaría de una eficacia similar a compilaciones de C y C++.

- **Multihilos**

Java puede aplicarse a la realización de aplicaciones en las que ocurra más de una cosa a la vez. Java, apoyándose en un sistema de gestión de eventos basado en el paradigma de condición y monitores C.A.R. permite apoyar la conducta en tiempo real e interactivo en programas (24).

### 1.4.11 Lenguaje de programación Groovy

Es un lenguaje ágil y dinámico para la Máquina Virtual de Java, se basa en los puntos fuertes de Java, con características adicionales que le brindan potencia. Está inspirado en lenguajes como Python, Ruby y Smalltalk. Groovy hace las funciones modernas de programación disponibles para los desarrolladores de Java, soporta lenguajes específicos de dominio y otra sintaxis compactas, con lo que el código se hace más fácil de leer y mantener. Facilita la creación de scripts para consola con sus primitivas de procesamiento de gran alcance. Se integra perfectamente con todas las clases existentes de Java y las bibliotecas, compilando directamente al bytecode de Java para que pueda ser utilizado en cualquier lugar donde se utilice Java (25).

Tras haber sido completado un análisis minucioso de las herramientas y lenguajes que pueden ser utilizados para el desarrollo de la solución se decide utilizar como software BMPS a Bonita Open Solution, pues es la herramienta libre más completa de su tipo en cuanto a documentación, cumplimiento con estándares, estabilidad, flexibilidad y facilidad de uso, tomando para el despliegue de la solución el servidor de aplicaciones JBOSS proporcionado por BonitaSoft el cual ha sido configurado para el despliegue de los procesos diseñados con Bonita. Se utilizan además como sistema gestor de base de datos a PostgreSQL y como lenguajes de programación Groovy y Java.

## 1.5 Metodología

Según el Libro del BPM 2011 la tendencia en el desarrollo de automatizaciones de procesos con tecnologías BPM está creciendo de manera exponencial, pero en la mayoría de casos sin un adecuado proceso metódico, lo que a corto o mediano plazo significa para la empresa más gastos, no lograr los objetivos marcados, e incluso el cuestionamiento de estas soluciones por parte de las áreas de negocio y de la dirección. Por esta razón es necesario ser metódicos desde un principio.

Es muy importante “No volver a cometer los errores del pasado”, cuando se desarrollaban sistemas sin un método, sin técnicas estructuradas de análisis y diseño, lo cual llevaban muchas veces a resultados mediocres.

Si bien ahora existen herramientas (software) BPM o BPMS que permiten diseñar y poner en marcha procesos automatizados directamente, en algunos casos sin programación alguna, e incluso hacer cambios sobre casos vivos, sigue siendo muy necesario pasar por las fases de análisis y diseño para lograr simplificar los procesos, no automatizar deficiencias y diseñarlos de manera que den soporte a la estrategia del negocio.

Una metodología no es la que solamente indica los pasos a seguir en un orden predeterminado e indicando los roles que participan en cada una de la actividades y tareas que indican. Una metodología, además de indicar las fases, actividades, tareas, roles y herramientas, debe de estar basada en un enfoque que lleve al equipo de proyecto y a la organización a:

- Entender claramente la naturaleza de los procesos, cómo son y cómo funcionan.
- Lograr ver la “esencia” de los procesos y lo fundamental del negocio.
- Simplificar los procesos.
- Estimular la creatividad y lograr que aflore el conocimiento y el talento humano.
- Lograr ahorrar al menos un 50% del tiempo del proyecto.
- Generar entusiasmo y compromiso por parte de las áreas de negocio.
- Gestionar el cambio cultural a procesos (26).

### 1.5.1 BPM: RAD®

BPM: RAD® Rápido Análisis y Diseño es una metodología muy concreta y práctica, para el modelado y diseño de los procesos orientados a la automatización con tecnologías BPM. Su enfoque y técnicas facilitan y estimula el trabajo en equipo con los expertos de negocio (usuarios), los analistas y arquitectos de procesos, y los analistas funcionales (sistemas). Es una metodología versátil, siendo independiente del software BPM o BPMS con el cual se automatizarán los procesos diseñados.

**Las ventajas de aplicar BPM: RAD® son las siguientes:**

- Acelerar la primera etapa de proyectos BPM entre un 50% y un 70%.
- Entender y simplificar los procesos del negocio.

- Modelar y diseñar los procesos en su totalidad, holísticamente, con recursos, servicios, datos, reglas de negocio e indicadores.
- Diseñar procesos orientados a tecnologías BPM y de forma independiente del software que se implemente.
- Lograr una gestión del cambio más rápida y efectiva, para el desarrollo de capacidades y conocimiento en gestión por procesos y tecnologías BPM en la organización.
- Fomentar el trabajo en equipo y sembrar entusiasmo.
- Generar inteligencia colectiva a través de técnicas formales que permiten aprovechar al máximo el conocimiento y el talento humano.
- La construcción de una Arquitectura Empresarial, de abajo hacia arriba.
- Asegurar la calidad de los modelos y diseños.

**La Metodología BPM: RAD®, se compone de las siguientes tres fases:**

## **1. Modelización Lógica**

El objetivo de esta fase es la de identificar y modelar al detalle los procesos de negocio que conforman el alcance del proyecto.

La modelización de los procesos se realiza de manera lógica, es decir, no se modelan los aspectos físicos de los procesos (quien lo hace, cómo se hace, con que aplicaciones o dispositivos, etc.). La idea es concentrarse únicamente en el “Qué” y el “Por qué”, obteniendo así la perspectiva esencial del negocio y simplificando a su vez los procesos de negocio.

**Las principales técnicas aplicadas durante esta fase son las siguientes:**

- Eventos de negocio.
- Estructuración de procesos.
- Modelización de flujos de procesos (Utilizando BPMN).
- Especificación de reglas de negocio.
- Modelización conceptual de datos.
- Integración de modelos.

**Los principales resultados son:**

- Procesos de negocio identificados y estructurados.
- Diagramas de flujos lógicos de procesos modelados con BPMN.

- Modelo conceptual de datos.
- Especificaciones detalladas de procesos (Actividades, tareas y reglas de negocio).
- Integración de modelos de procesos y datos.
- Requerimientos de negocio y de sistemas.

## 2. Diseño Preliminar

El objetivo de esta fase es obtener el Modelo de Funcionamiento de los procesos, transformándolos desde la visión lógica (Fase 1) a la visión física, la cual plasma cómo queremos que funcionen los procesos tomando en consideración las nuevas tecnologías (software) que disponemos o vamos a disponer, la organización actual y futura, y la resolución de problemas y oportunidades de mejora.

En esta fase también se identifican los primeros Servicios Funcionales con el fin de comenzar a visualizar cuáles son los servicios que sustentan y/o sustentarán a los procesos de negocio. Son funcionales porque aún no se determina de qué manera se van a implementar, si ya existen o no, si habrá que desarrollarlos o contratarlos, si serán Web services, etc. Al finalizar la fase de Diseño BPM, se analizarán y se determinará la mejor estrategia de desarrollo e implantación de dichos servicios.

**Las principales técnicas aplicadas en esta fase son las siguientes:**

- Diseño Derivado.
- Identificación y especificación de servicios funcionales (SOA).

**Los principales resultados son:**

- Modelo de funcionamiento de los procesos.
- Servicios funcionales (SOA).
- Requerimientos de negocio y de sistemas.

## 3. Diseño BPM

La fase de Diseño BPM tiene por objetivo el diseñar cada uno de los procesos modelados en las fases anteriores, considerando que dichos procesos serán automatizados con Tecnologías BPM, fundamentalmente con BPM: Workflow. El objetivo es dejar preparado el diseño BPM de los procesos, con todos los detalles necesarios, para que el equipo de desarrollo BPM pueda implementarlos en el software adquirido en la empresa.

**Las principales técnicas aplicadas en esta fase son las siguientes:**

- Diseño de Procesos BPM (Utilizando BPMN).

- Identificación y especificación de servicios funcionales (SOA).
- Especificación de reglas de negocio.
- Modelización conceptual de datos.
- Integración de modelos.
- Identificación y especificación de indicadores de gestión y de calidad.
- Especificación o diseño de formularios (Pantallas).
- Especificación o diseño de salidas (Cartas, Informes, Notificaciones, etc.).
- Especificación o diseño de interfaces con otros sistemas.

**Los principales resultados son:**

- Diseño BPM de los procesos, diseñados con BPMN.
- Modelo conceptual de datos.
- Servicios funcionales (SOA).
- Especificaciones detalladas de procesos (Actividades, tareas y reglas de negocio).
- Indicadores de gestión y de calidad.
- Integración de modelos de procesos y datos.
- Requerimientos de negocio y de sistemas.
- Especificación o diseño de formularios (Pantallas).
- Especificación o diseño de salidas (Cartas, Informes, Notificaciones, etc.).
- Especificación o diseño de interfaces con otros sistemas.

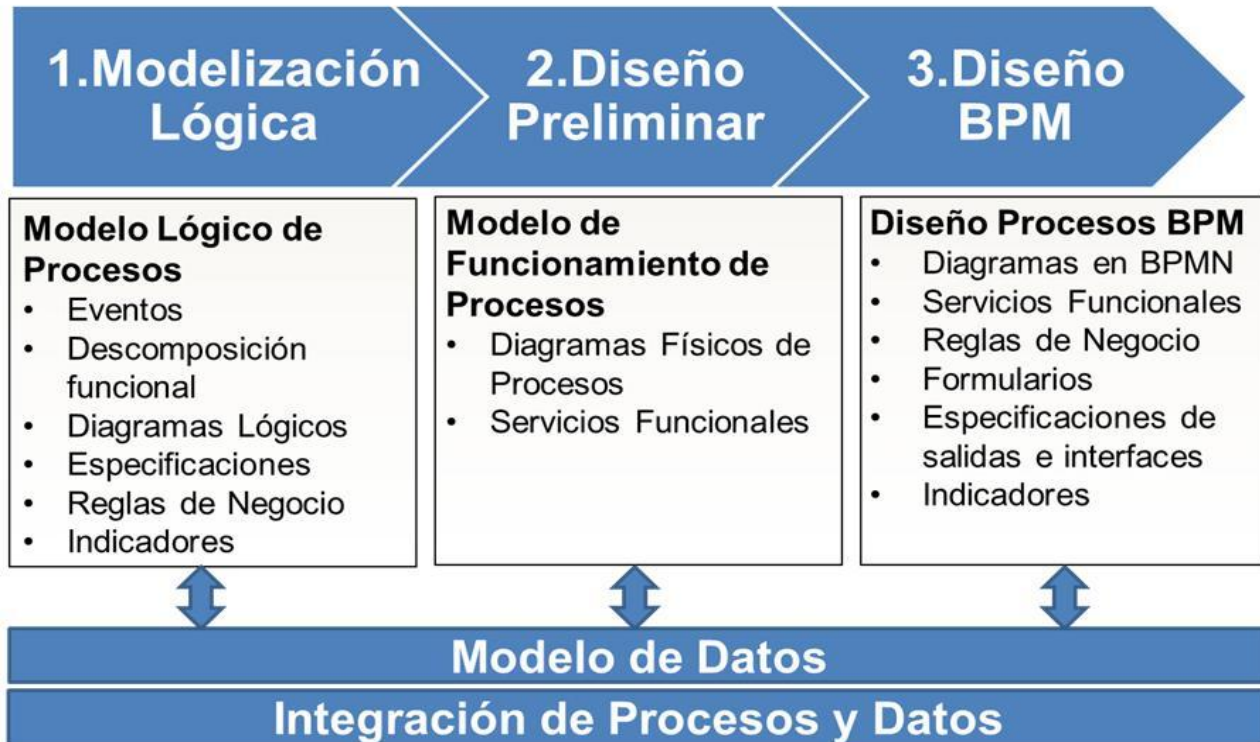


Figura 2 Fases y resultados de la Metodología BPM: RAD® (26)

## Conclusiones parciales

En este capítulo se recopiló la información necesaria relacionada con temas y conceptos importantes para la investigación y la integración de los mismos gracias a la cual se llegó a la conclusión que debido a las ventajas que representa el uso de un BPMS para la automatización de los procesos en el sector empresarial se decidió usar BPM como la tecnología más adecuada para dar solución a la problemática planteada, siendo idónea para integrarse con los servicios y sistemas ya existentes. De esta forma se investigó acerca del estado del arte de las tecnologías basadas en BPM hasta la actualidad. Además se realizó una comparación entre las herramientas BPMS de mayor aceptación en el mercado donde se analizó de cada una de ellas sus ventajas y desventajas. Se seleccionó a Bonita Open Solution como el BPMS más adecuado para dar solución a la situación problemática expuesta. Por último se presentaron una serie de tecnologías útiles y la metodología para la realización del objetivo a cumplir.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

En el presente capítulo se describen detalladamente los procesos de negocio actuales a automatizar, identificando los trabajadores involucrados en ellos, las actividades que los conforman, así como se especifica las características completas del sistema a implementar siguiendo las fases establecidas por la metodología BPM:RAD. Al final de este capítulo se presentará la propuesta de solución final de la aplicación.

### 2.1 Características del CISED

Según el propio portal del CISED, este es un centro de desarrollo de soluciones integrales, productos y servicios en el campo de la identificación y la seguridad digital el cual se encuentra estrechamente vinculado a la empresa comercializadora de software Albet S.A. y a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). El CISED está formado por los siguientes departamentos:

**Tarjetas inteligentes** donde se desarrollan soluciones y productos relacionados con documentos de viaje electrónicos, soluciones de PKI, verificación biométrica, almacenamiento seguro de información y servicios en línea.

**Biometría** el cual desarrolla soluciones y productos en las líneas biométricas de huellas dactilares, imágenes faciales y firmas manuscritas online y offline, utilizándose componentes de captura en vivo sobre dispositivos biométricos, herramientas para el procesamiento, visualización y análisis de muestras biométricas y utilitarios para el desarrollo y prueba de algoritmos biométricos.

**Seguridad Digital** especializado en soluciones y productos en las áreas de administración de identidades, infraestructura de Llaves Públicas (PKI) y seguridad de documentos.

**Identificación** el cual ejecuta proyectos relacionados con la implantación de soluciones integrales de identificación y control de fronteras a partir de la integración de productos del centro y componentes de software y hardware que sean requeridos.

**Soluciones Integrales** donde se ejecutan proyectos relacionados con la implantación de soluciones integrales de identificación y seguridad digital a partir de la integración de productos del centro y componentes de software y hardware que sean requeridos.



**Subdirección de Tecnología** el cual garantiza todo el soporte tecnológico para el desarrollo de la actividad del centro, realiza la evaluación, selección y montaje de nuevas tecnologías relativas a la actividad general y específica del centro. Dirige los temas de seguridad informática y las políticas tecnológicas para el funcionamiento del centro. Realiza las acciones técnicas relacionadas con el control de virus informáticos, manejo de usuarios y control físico de los medios informáticos del centro.

**Subdirección de Formación** gestiona la formación profesional de los estudiantes asociados al Centro, de acuerdo con las líneas de investigación y desarrollo del mismo. Gestiona las actividades relativas al proceso docente-educativo de los grupos que se encuentran en el área de atención del Centro, ofreciendo el tratamiento y seguimiento necesarios.

**Subdirección Investigación y postgrado** con el objetivo de garantizar la gestión del conocimiento generado en el Centro expresado mediante el desarrollo académico y científico de sus miembros en las líneas temáticas de su desempeño, así como en la calidad de sus productos y servicios.

**Asesores** son los encargados de gestionar y ofrecer la información necesaria en las áreas de planificación y control, calidad, economía, logística y mercadotecnia, para que pueda constituir un apoyo al proceso de toma de decisiones por parte de la directiva del CISED.

Para una mejor comprensión de la estructura organizativa del CISED se muestra la Figura 3 Estructura organizativa del CISED (27).

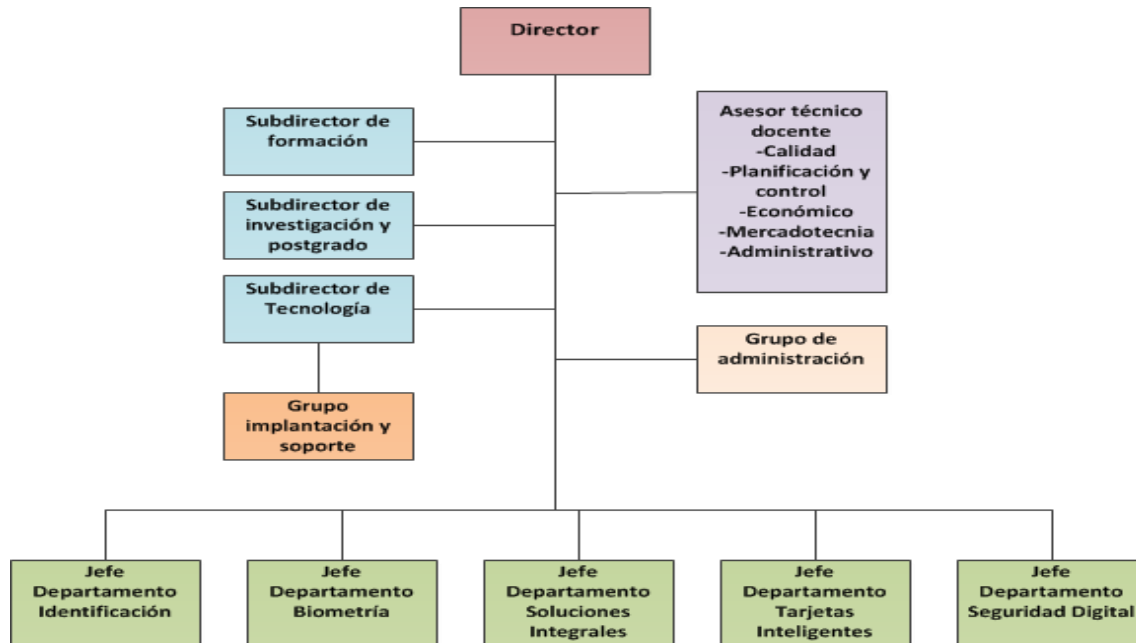


Figura 3 Estructura organizativa del CISED (27)

## 2.2 Procesos del CISED

Con el objetivo de dar solución a la problemática planteada se realizó un estudio a los procesos fundamentales del CISED identificándose los mismos mediante el método de entrevista a los directivos del CISED. A continuación se presentan los procesos seleccionados y una breve descripción de porque ocurren.

1. **Solicitud de un trabajador al centro:** El objetivo de este proceso es crear una solicitud para la incorporación de un nuevo trabajador al centro, el nivel de prioridad de este proceso es alto debido a que a partir de este evento pueden generarse nuevos eventos que involucran al trabajador solicitado.
2. **Solicitud de recursos de red:** Este proceso tiene como objetivo la asignación de un recurso de red a un determinado personal. Esta solicitud puede ser de tres tipos fundamentales, de permisos en el repositorio, de un nuevo usuario en caso de ser un personal nuevo que se incorpora al centro o para tener acceso a los servicios de red desde el CISED, estas solicitudes pueden ser agrupadas en una sola.

3. **Evaluación de desempeño de un profesor:** Este proceso tiene como objetivo dejar constancia de las evaluaciones de un profesor en un período determinado.
4. **Plan de adiestramiento:** Para los técnicos en adiestramiento es necesario crear un plan de adiestramiento por el cual serán regidos y evaluados por un período de tiempo determinado.
5. **Adiestramiento profesoral:** Mediante este proceso se evalúa la trayectoria de los profesores en adiestramiento según el cumplimiento a los objetivos planteados en el plan de adiestramiento.

## 2.3 Requerimientos de negocio y de sistemas

Los requisitos de negocio representan a gran escala las solicitudes del cliente, así como los objetivos de cada proceso, son aquellos que definen cuales son las actividades fundamentales que le dan sentido al negocio y que por lo tanto no pueden ser obviadas. A continuación se describen los requisitos de negocio de cada uno de los procesos a automatizar identificados mediante el método de entrevista a los principales directivos del CISED.

### Requisitos del negocio

#### Solicitud de un trabajador al centro

1. Crear una nueva solicitud con el nombre, apellidos, solapín, plaza y área donde trabaja.
2. Enviar la solicitud por un medio seguro al encargado de Planificación y Control.
3. Aprobar o rechazar la solicitud en planificación y control.
  - 3.1. Crear una boleta de solicitud con los datos recibidos.
    - 3.1.1. Imprimir boleta de solicitud.
    - 3.1.2. Almacenar en recursos humanos en caso de ser aprobada la solicitud.

#### Evaluación de desempeño de un profesor

1. Crear una planilla de evaluación con los datos del profesor a evaluar (nombre, solapín, área, Carnet de identidad), período en que se realiza la evaluación, las tareas que le han sido asignadas y la evaluación de las mismas, y otros factores que influyen en la evaluación del mismo (impuntualidades, ausencias, sanciones) en formato PDF.
2. Aprobar o rechazar la evaluación por parte del evaluador (jefe de departamento del profesor).
  - 2.1. Firmar la planilla de evaluación (firma del evaluado y del evaluador), en caso de ser aprobada.

3. Enviar al encargado de Planificación y Control.

## **Adiestramiento profesoral**

1. La creación de una planilla de Plan Individual de Adiestramiento con los datos del profesor a adiestrar (nombre, área, especialidad), período en que se realiza el adiestramiento, así como los Objetivos Generales por Esferas en formato PDF.
2. Aprobar o rechazar la planilla de adiestramiento por parte del evaluador (jefe de departamento del profesor).
3. Firmar la planilla del plan de adiestramiento (firma del evaluado y del evaluador), en caso de ser aprobada.
4. Enviar al encargado de Planificación y Control.

## **Solicitud de recursos de red**

1. Crear una solicitud con los Datos Personales y Laborales de la persona a la que se le hace la solicitud (nombre, solapín, área, usuario del dominio UCI.CU), Datos del servicio (Tipos de solicitud que se requieran y la fecha por la que esta será válida), así como el tipo de personal al que se le realiza la solicitud (Estudiante, profesor, trabajador, entre otros).
  - 1.1. Firmar dicha solicitud por parte del jefe de departamento que la expide y enviarla al Subdirector de tecnología.
2. Revisar la solicitud.
  - 2.1. Firmar la solicitud y notificar al personal involucrado en el proceso que ya la solicitud fue aprobada.

## **Requisitos de sistema**

Los requisitos del sistema definen las funcionalidades que debe poseer el sistema a implementar. A continuación se presentan los requisitos del sistema a automatizar.

## **Solicitud de un trabajador al centro**

### **RF 1** Generar boleta de solicitud para un nuevo trabajador

- Nombre.
- Apellidos.
- Número de solapín.

- Plaza que ocupará.
- Área en la cual trabajara.

**RF 1.2** Buscar datos del trabajador

**RF 2** Revisar boleta de solicitud para un nuevo trabajador

**RF 2.1** Generar boleta de solicitud.

**RF 2.1.1** Imprimir boleta de solicitud.

**RF 2.2** Hacer señalamientos a la solicitud.

**RF 2.2.1** En caso de error enviar la solicitud de vuelta para que sea rectificada.

**RF 2.2.2** Notificar errores a quien realizo la solicitud.

### **Evaluación de desempeño de un profesor**

**RF 1** Seleccionar los profesores a los cuales será enviada la planilla de evaluación.

**RF 1.2** Generar planilla de evaluación.

- Área a la que pertenece el evaluado.
- Periodo que abarca la evaluación.
- Nombre, apellidos, carnet de identidad y número de solapín del evaluado.
- Tareas y evaluaciones del profesor a evaluar.
- Impuntualidades y ausencias del evaluado.
- Observaciones y la evaluación que se propone el evaluado.
- Nombre del jefe de departamento del profesor evaluado

**RF 2** Revisar evaluación.

**RF2.1** Recibir notificación de evaluación de profesor.

**RF2.2** Aprobar evaluación por parte del evaluador.

**RF 2.2.1** Notificar al profesor que su evaluación fue aprobada.

**RF 2.2.2** Firmar evaluación.

**RF 2.3** Rechazar evaluación.

**RF 2.3.1** Notificar errores para su corrección.

**RF 2.3.2** Rectificar la planilla de evaluación ir al requisito funcional 1.2.

### **Adiestramiento profesoral**

**RF 1** Enviar planilla de adiestramiento profesoral.

**RF 1.1** Seleccionar los profesores a los que se le envía la planilla.

**RF 1.2** Notificar a los profesores que tienen una planilla por llenar.

**RF 2** Llenar la planilla de adiestramiento.

- Nombre y apellidos del profesor a evaluar.
- Número de solapín.
- Departamento y área a la que pertenece el profesor a evaluar.
- Período que comprende la evaluación.
- Indicadores por los que se evalúa al profesor.
- Evaluación propuesta.

**RF 2.1** Notificar estado de la planilla al jefe de departamento.

**RF 3** Aprobar planilla.

**RF 3.1** Generar planilla en formato PDF.

**RF 3.2** Firmar planilla de adiestramiento.

**RF 4** Rechazar la planilla de adiestramiento.

**RF 4.1** Notificar que la planilla fue rechazada al profesor evaluado.

### **Plan de Adiestramiento**

**RF 1** Confeccionar la planilla de plan individual de adiestramiento.

- Especificar los objetivos generales y por esferas.

**RF 2** Llenar la planilla de plan de adiestramiento.

**RF 2.1** Seleccionar los profesores a los cuales enviar la planilla de adiestramiento.

**RF 3** Notificar cambios de estado en la planilla.

**RF 4** Llenar la planilla de adiestramiento

- Nombres y apellidos.
- Especialidad.
- Área en que está ubicado el profesor a evaluar.
- Período que abarca la planilla de adiestramiento.
- Acciones del profesor para cumplir los objetivos especificados por el jefe de departamento.
- Tutor del profesor a evaluar.

**RF 5** Revisar la planilla de adiestramiento completada por el profesor.

**RF 5.1** Aceptar la planilla de adiestramiento.

**RF 5.1.1** Firmar planilla de adiestramiento.

**RF 5.2** Rechazar planilla de adiestramiento.

**RF 5.2.1** Ir al requisito funcional 4 para corregir la planilla.

### **Solicitud de recursos de red**

**RF 1** Crear la solicitud.

**RF 1.1** Buscar datos del usuario al que se le realiza la solicitud del servicio de ser posible.

**RF 1.2** Llenar datos del personal al que se le realiza la solicitud.

- Nombre y apellidos.
- Usuario del dominio UCI.

- Número de solapín, departamento y área a la que pertenece.
- Tipo de solicitud y el tiempo por el que será válida la misma.
- Recursos específicos que se solicitan.

**RF 1.3** Firmar la solicitud.

## **Sistema de Procesos**

**RF 1** Autenticar usuarios.

**RF 1.1** Permitir autenticación por roles.

**RF 1.2** Autenticar con el LDAP de la UCI.

**RF 2** Gestionar usuarios del sistema.

**RF 3** Gestionar procesos desplegados.

**RF 4** Gestionar los reportes mostrados a los usuarios.

**RF 5** Gestión de los casos ejecutados.

## **2.4 Requisitos no funcionales**

### **Requisitos de Software**

**RnF 1** Poseer un navegador web de la familia Netscape 5.0, Firefox 3.0 ó versión superior.

### **Requisitos de hardware**

**RnF 2** PC para servidor con al menos un procesador Pentium a 3.00GHz, 2GB de RAM y 80GB de disco duro o superior, según disponibilidad del CISED.

### **Requisitos de seguridad**

**RnF 3** Autenticar los usuarios del sistema usando LDAP.



**RnF 4** Garantizar el control de acceso a la aplicación por roles y grupos<sup>2</sup> según la estructura orgánica del CISED.

**RnF 5** Validar los datos entrados por los usuarios.

## Usabilidad

**RnF 6** Garantizar que el portal “Sistema de procesos” y los procesos tengan un diseño homogéneo con los colores del centro.

**RnF 7** Brindar opciones de integración con otros sistemas existentes.

**RnF 8** Evitar el uso de ventanas emergentes para las notificaciones.

## Fiabilidad

**RnF 9** El sistema debe estar disponible a tiempo completo.

**RnF 10** Garantizar que las labores de mantenimiento y modificación de los procesos se realicen en horario no laboral, evitando para el caso de modificación sobrescribir la misma versión del proceso a fin de no afectar la disponibilidad de los mismos.

**RnF 11** Realizar copias de seguridad periódicamente de los artefactos generados por los procesos que se almacenan en el servidor.

## Eficiencia

**RnF 12** Garantizar que el sistema sea capaz de aceptar múltiples peticiones, dando una respuesta rápida a las mismas.

## 2.5 Modelado Lógico de los procesos identificados

Un modelo lógico es una vista estática de los objetos y las clases que cubren el espacio de análisis y diseño (28). A continuación se describen los procesos identificados siguiendo la metodología BPM: RAD descrita en el capítulo anterior.

---

<sup>2</sup> La gestión de roles por grupos se utiliza para diferenciar usuarios que tengan el mismo rol pero que pertenezcan a departamentos diferentes.

### **2.5.1 Especificaciones detalladas de procesos de negocio**

Antes de realizar el modelado lógico de los procesos es necesario conocer las características detalladas de cada uno de ellos pues una incorrecta interpretación de los mismos afecta de manera directa el diseño de la aplicación y por tanto su éxito. Siguiendo los pasos de la metodología BPM-RAD se capturan las reglas de negocio, estructuras de proceso y los eventos de negocio. A continuación se describen los procesos identificados, teniendo en cuenta que serán modelados posteriormente usando la herramienta Bonita Open Solution y desplegados en el servidor de aplicaciones JBOSS.

#### **Solicitud de un trabajador al centro**

Un jefe de departamento o el director del CISED le envía una solicitud para un nuevo trabajador al centro al encargado de Planificación y Control con el nombre, apellidos, solapín, plaza y área donde trabaja, dicha solicitud puede ser verbal o mediante una vía alterna como el correo electrónico.

El encargado de Planificación y Control crea una boleta con estos datos la cual es impresa y si es aprobada se archiva en recursos humanos de la universidad.

#### **Evaluación de desempeño de un profesor**

Un jefe de departamento del CISED envía una planilla de evaluación de desempeño a los profesores que atiende vía correo, estos llenan la planilla y la envían de regreso a su jefe.

Si es rechazada se le devuelve al profesor para que la rectifique según los errores presentes.

Si es aprobada se firma por el jefe, se le envía nuevamente vía correo al profesor para que la firme y este se la envía por correo al encargado de Planificación y Control del centro.

#### **Adiestramiento profesoral**

Un jefe de departamento le envía una planilla de adiestramiento a los profesores que atiende, estos llenan la planilla y se la envían de regreso a su jefe para que este la apruebe.

Si la planilla es rechazada por el jefe de departamento se le devuelve al profesor para que la rectifique.

Si el jefe de departamento aprueba la planilla, la firma y la envía al profesor para que la firme y este la envía al encargado de Planificación y Control del centro.

## **Plan de adiestramiento**

Un jefe de departamento envía una planilla de plan de adiestramiento a los profesores que atiende, estos llenan la planilla y se la envían de regreso a su jefe para que este las apruebe.

Si la planilla es rechazada por el jefe de departamento se le devuelve al profesor para que la rectifique.

Si el jefe de departamento aprueba la planilla, la firma y la envía al profesor para que la firme y este a su vez la envía al encargado de Planificación y Control.

## **Solicitud de recursos de red**

Los jefes de departamento le envían una solicitud al subdirector de tecnología y desarrollo la cual puede incluir los siguientes tipos de servicios:

- Creación de un usuario no existente.
- Modificación de Privilegios en el Repositorio.
- Acceso a servicios de red del centro CISED.

En caso de que no existan errores en la solicitud, es aprobada con la firma del subdirector de tecnología y desarrollo efectuándose posteriormente la asignación de los recursos del personal solicitado, notificándole al mismo que ya dispone de un nuevo servicio.

Para una mejor comprensión de estos procesos se realiza a continuación una descripción detallada de los mismos a fin de modelarlos posteriormente usando la notación BPMN 2.0.

**Tabla 1 Solicitud de un trabajador al centro**

<b>Nombre</b>	Solicitud de un trabajador al centro.
---------------	---------------------------------------

<b>Objetivos</b>	Crear la Boleta de solicitud que será impresa y archivada si es aprobada.	
<b>Evento(s) que lo generan</b>	El envío de una solicitud de un trabajador al CISED por parte de un jefe de departamento o director del CISED al encargado de planificación y control.	
<b>Precondiciones</b>	Se requiere captar el nombre, apellidos, solapín, plaza y área donde labora el trabajador.	
<b>Poscondiciones</b>	Se confecciona la boleta que corresponde con los datos del trabajador solicitado.	
<b>Responsable(s)</b>	Planificación y Control.	
<b>Ciente(s)</b>	Los jefes de departamento y el director.	
<b>Rol(es)</b>	<b>Rol</b>	<b>Función.</b>
	Los jefes de departamento y el director del CISED.	1.0 Envían una solicitud la cual puede ser verbal o mediante una vía alterna como el correo electrónico, al encargado de Planificación y Control con el nombre, apellidos, solapín, plaza y área donde trabaja.
	El encargado de Planificación y Control del CISED.	1.1 Crea una boleta con estos datos la cual es impresa y si es aprobada se archiva en recursos humanos.
<b>Entradas</b>	Solicitud con el nombre, apellidos, solapín, plaza y área donde laborara el trabajador.	
<b>Salidas</b>	Boleta de Solicitud de un Trabajador Impresa.	

**Tabla 2 Evaluación de desempeño de un profesor**

<b>Nombre</b>	Evaluación de desempeño de un profesor.
<b>Objetivos</b>	Evaluar el desempeño de los profesores registrando la trayectoria de los mismos.
<b>Evento(s) que lo generan</b>	El envío de la planilla de evaluación de desempeño a los profesores por parte del jefe de departamento que los atiende.

<b>Precondiciones</b>	En la planilla deben ser llenados los datos del nombre, área, solapín, evaluaciones del período, impuntualidades, ausencias, la evaluación que se propone al profesor, también se especifica el periodo en que se realiza la misma, año y las observaciones que sean necesarias.	
<b>Poscondiciones</b>	De ser aprobada debe ser firmada por el jefe de departamento y por el profesor evaluado y enviada a Planificación y Control.	
<b>Responsable(s)</b>	Profesores y jefes de departamento.	
<b>Cliente(s)</b>	Profesores y jefes de departamento.	
<b>Rol(es)</b>	<b>Rol</b>	<b>Función.</b>
	Jefes de departamento.	1.0 Envía una planilla de evaluación a los profesores que atiende. 2.0 Si aprueba la planilla la firma y la envía de regreso al profesor a evaluar para que también la firme. 2.2 Si rechaza la planilla la envía de regreso al profesor a evaluar para que este la rectifique. 3.0 Envía la planilla con las firmas a Planificación y Control.
	Profesores.	1.1 Llenan la planilla y la envían a su jefe para que sea aprobada. 2.1 Firma la planilla en caso de ser aprobada. 2.3 Rectifica los datos en caso de ser rechazada.
	El encargado de Planificación y Control.	3.1 Almacena las planillas de evaluación que han sido aprobadas.
<b>Entradas</b>	Datos del profesor a evaluar.	
<b>Salidas</b>	Planilla de evaluación firmada y aprobada.	

**Tabla 3 Adiestramiento profesoral**

<b>Nombre</b>	Adiestramiento profesoral.
<b>Objetivos</b>	Evaluar el resultado del trabajo de los técnicos en adiestramiento.
<b>Evento(s) que lo generan</b>	El envío de la planilla de adiestramiento profesoral a los profesores por parte del jefe de su departamento que los atiende.

<b>Precondiciones</b>	En la planilla deben ser llenados los datos del nombre, área, solapín, evaluaciones del período, impuntualidades, ausencias, la evaluación que se propone al profesor, también se especifica el periodo en que se realiza la misma, año y las observaciones que sean necesarias.	
<b>Poscondiciones</b>	De ser aprobada debe ser firmada por el jefe de departamento, profesor evaluado y tutor del profesor y enviada a Planificación y Control.	
<b>Responsable(s)</b>	Profesores, jefes de departamento y tutores.	
<b>Cliente(s)</b>	Profesores, jefes de departamento y tutores.	
<b>Rol(es)</b>	<b>Rol</b>	<b>Función.</b>
	Jefes de departamento.	1.0 Envía una planilla de evaluación a los profesores que atiende firmada por él.
	Profesores.	1.1 Llenan la planilla y la envían a su tutor para que sea aprobada. 2.1 Firma la planilla en caso de ser aprobada. 2.2 Envía la planilla con las firmas al tutor. 3.1 Rectifica los datos en caso de ser rechazada y la envía nuevamente a su tutor para ser revisada.
	Tutor.	2.0 Si aprueba la planilla la firma y la envía de regreso al profesor a evaluar para que también la firme. 2.3 Envía la planilla con las firmas a Planificación y Control. 3.0 Si rechaza la planilla la envía de regreso al profesor a evaluar para que este la rectifique.
	El encargado de Planificación y Control.	2.4 Almacena las planillas de evaluación que han sido aprobadas.
<b>Entradas</b>	Datos del profesor a evaluar.	
<b>Salidas</b>	Planilla de evaluación firmada y aprobada por los profesores, jefes de departamento.	

y encargado de planificación y control involucrados.

**Tabla 4 Plan de adiestramiento**

<b>Nombre</b>	Plan de adiestramiento.	
<b>Objetivos</b>	Describir el plan de adiestramiento de cada profesor.	
<b>Evento(s) que lo generan</b>	El envío de la planilla de plan de adiestramiento a los profesores por parte del jefe de su departamento que los atiende.	
<b>Precondiciones</b>	En la planilla deben ser llenados los datos del nombre, área, solapín, departamento, así como los indicadores necesarios para proponer la evaluación del profesor, también se especifica el periodo en que se realiza la misma.	
<b>Poscondiciones</b>	De ser aprobada debe ser firmada por el jefe de departamento y por el profesor evaluado y enviada a Planificación y Control.	
<b>Responsable(s)</b>	Profesores y jefes de departamento.	
<b>Cliente(s)</b>	Profesores y jefes de departamento.	
<b>Rol(es)</b>	<b>Rol</b>	<b>Función.</b>
	Jefes de departamento.	1.0 Envía una planilla de evaluación a los profesores que atiende.
	Tutor.	2.0 Si aprueba la planilla la firma y la envía de regreso al profesor a evaluar para que también la firme. 2.2 Si rechaza la planilla la envía de regreso al profesor a evaluar para que este la rectifique.
	Profesores.	1.1 Llenan la planilla y la envían a su tutor para que sea aprobada. 2.1 Firma la planilla en caso de ser aprobada. 2.3 Rectifica los datos en caso de ser rechazada. 3.0 Envía la planilla con las firmas a Planificación y Control.
	El encargado de Planificación y Control.	3.1 Almacena las planillas de evaluación que han sido aprobadas.
<b>Entradas</b>	Datos del profesor a evaluar.	

<b>Salidas</b>	Planilla de evaluación aprobada.
----------------	----------------------------------

**Tabla 5 Solicitud de recursos de red**

<b>Nombre</b>	Solicitud de recursos de red.	
<b>Objetivos</b>	Asignar un recurso de red a un trabajador o estudiante del CISED.	
<b>Evento(s) que lo generan</b>	El envío de la planilla de solicitud de recurso de red para un estudiante o un trabajador por un jefe de departamento o directivo del CISED al Subdirector de tecnología.	
<b>Precondiciones</b>	Deben ser especificados correctamente los datos del personal al que se le realiza la solicitud.	
<b>Poscondiciones</b>	La solicitud tiene que ser firmada por el jefe de departamento y por el subdirector de tecnología para ser válida legalmente.	
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de departamento o directivo y subdirector de tecnología.	
<b>Ciente(s)</b>	Profesores y jefes de departamento.	
<b>Rol(es)</b>	<b>Rol</b>	<b>Función.</b>
	Jefes de departamento.	1.0 Llena un formulario de solicitud de servicio y lo firma digitalmente, luego es enviado al subdirector de tecnología.
	Subdirector de tecnología.	2.0 Firma la planilla en caso de que no existan errores en la solicitud y asigna los recursos al personal solicitado. 2.1 Rechaza la solicitud si esta contiene errores en su contenido, enviándola de vuelta al jefe de departamento para su corrección.
<b>Entradas</b>	Datos para la solicitud.	
<b>Salidas</b>	Planilla de solicitud de servicio de red firmada.	

### 2.5.2 Diagramas de flujo lógico de procesos modelados con BPMN

A continuación se exponen los diagramas de los procesos a automatizar modelados con la notación BPMN2.0 utilizando para ello la herramienta Bonita Open Solution v5.6. Debido a la fuerte relación que existe entre los procesos “Solicitud de recursos de red” y “Solicitud de un trabajador al centro” a la hora de modelar dichos procesos estos se agrupan en uno solo sirviéndose un proceso de los datos del anterior.



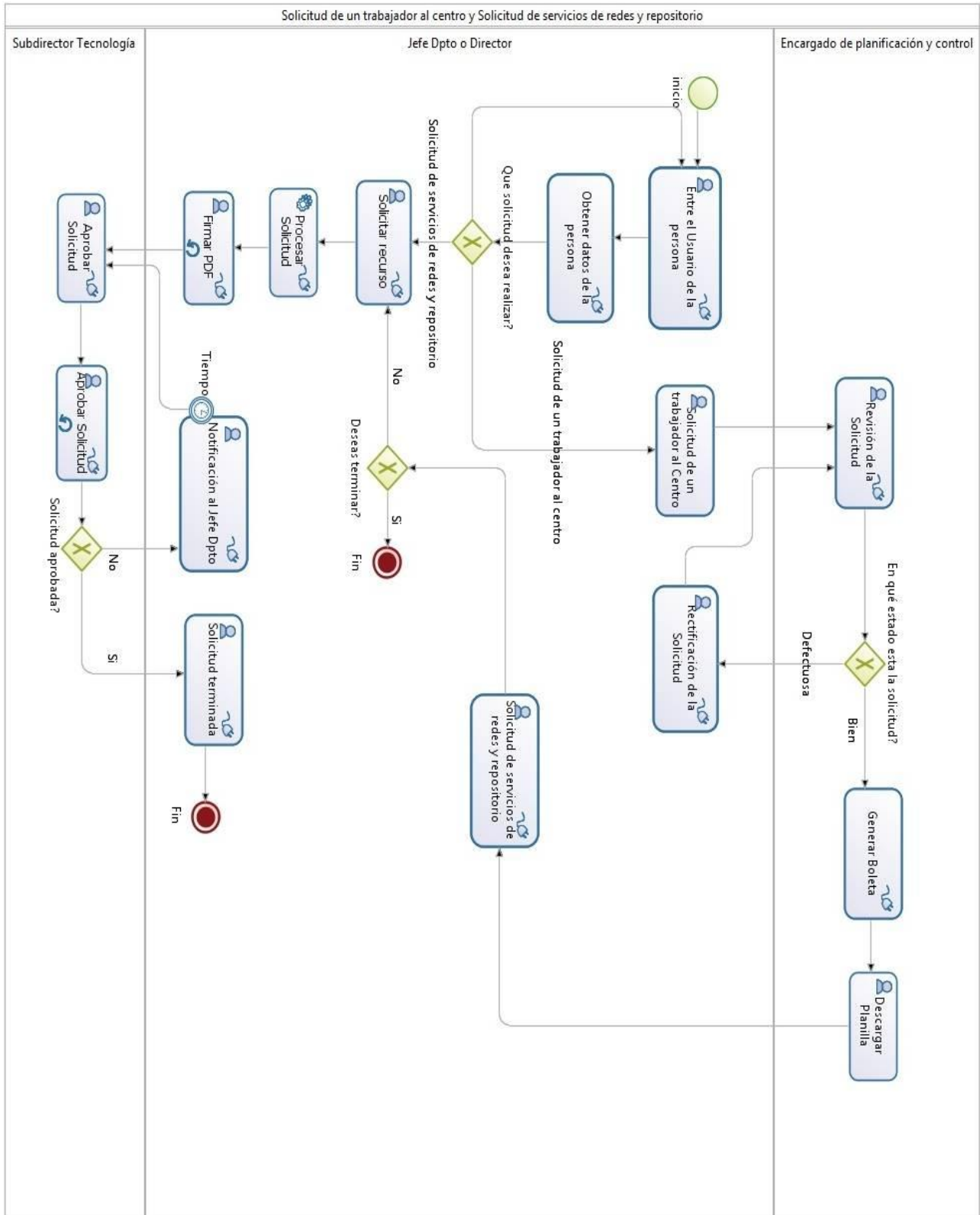


Diagrama de flujo lógico 1 Solicitud de un trabajador al centro y solicitud de recursos de redes y repositorio.

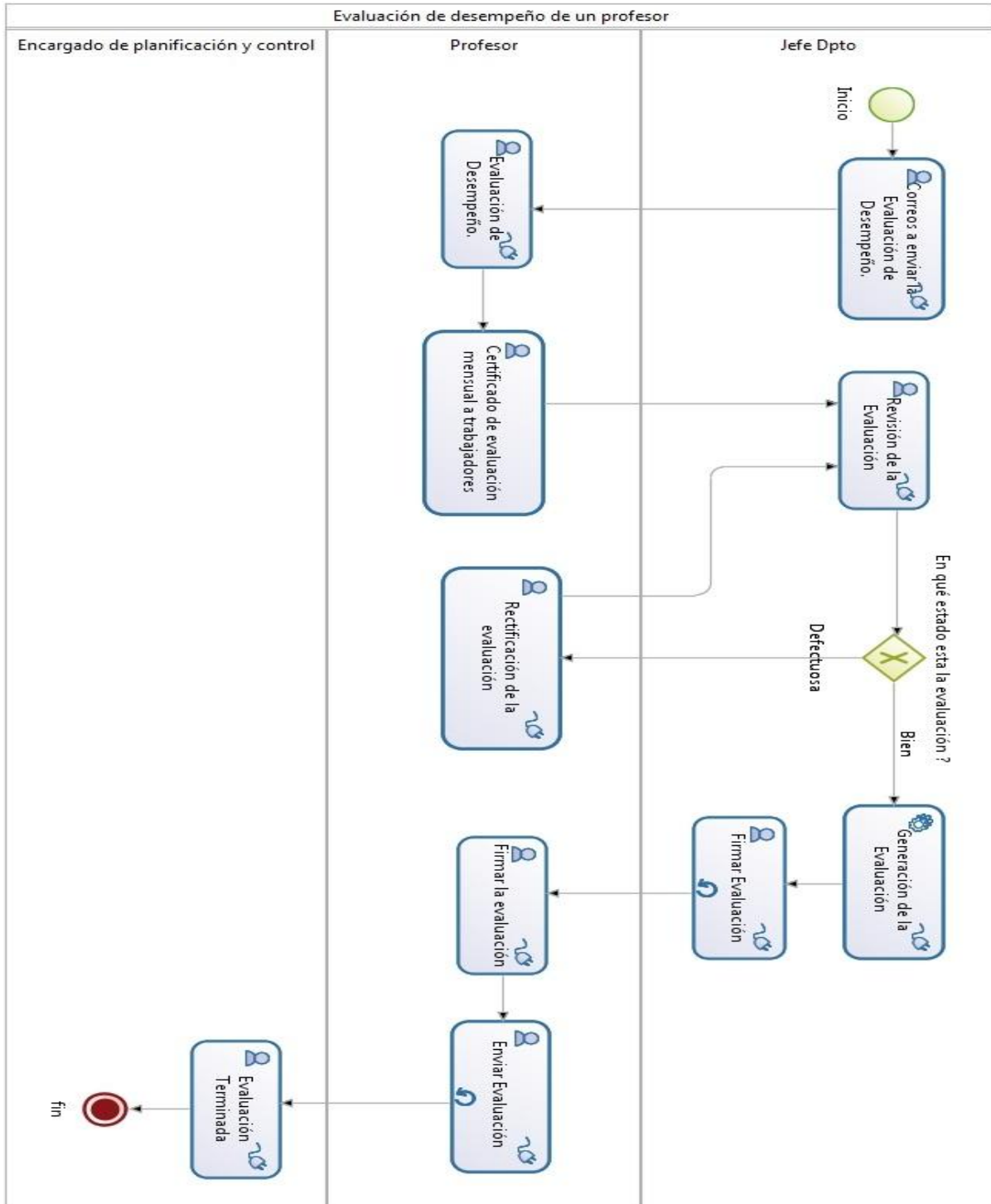


Diagrama de flujo lógico 2 Evaluación de desempeño de un profesor.

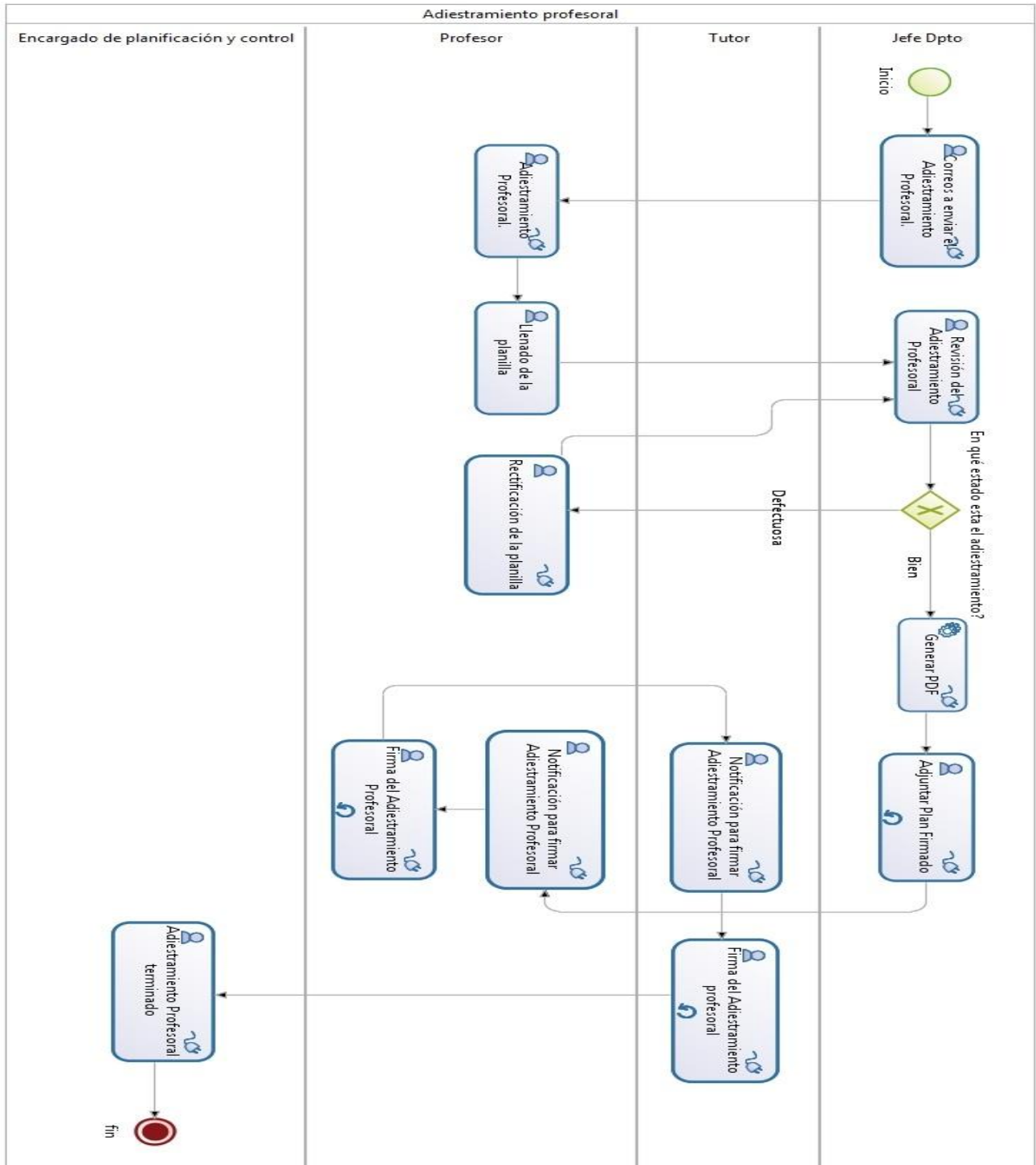


Diagrama de flujo lógico 3 Adiestramiento profesoral.

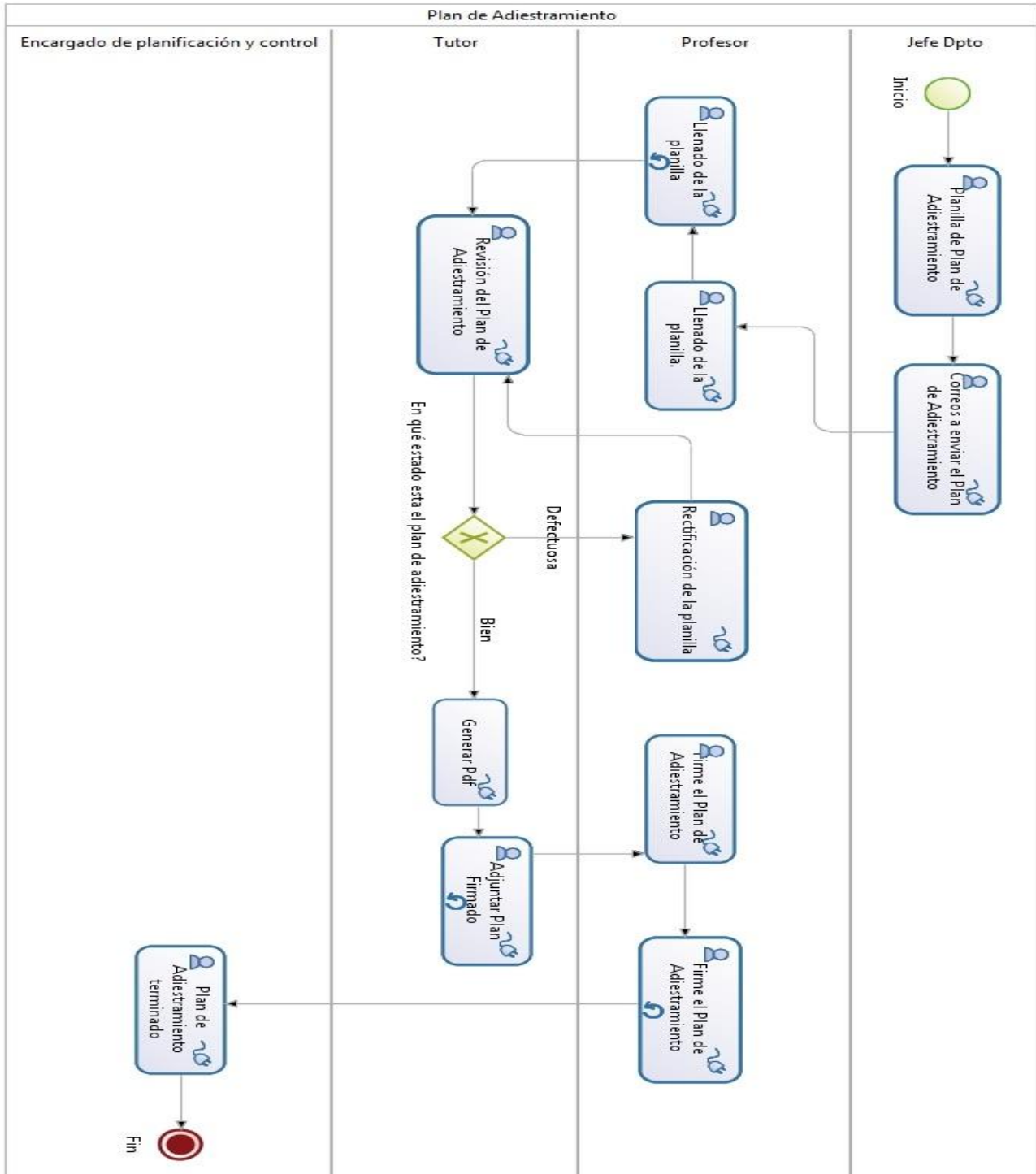


Diagrama de flujo lógico 4 Plan de adiestramiento.

## 2.6 Arquitectura de la solución

Para el desarrollo de la solución fue concebido un diseño de arquitectura en capas donde los usuarios interactúan directamente con el Sistema de Procesos que no es más que una versión personalizada para el CISED de Bonita User Experience o User XP como también se le conoce, siendo la interfaz principal de la solución concebida en forma de portal web. Dicho portal se encuentra dividido en dos vistas fundamentales: usuario y administrativa.

La vista administrativa tiene como objetivo facilitar la gestión de procesos, usuarios y reportes de los procesos alojados en el servidor de aplicaciones, permitiendo además el control sobre las etiquetas de los usuarios, opciones de sincronización y preferencias generales del sistema. La vista de usuario está encaminada a los usuarios finales de la solución, está diseñada para llamar a ejecución los procesos alojados en el servidor con un alto grado de personalización, pues permite la agrupación de los mismos en categorías, la revisión de los procesos y la generación de reportes a partir de los casos ejecutados según sean habilitados por el administrador del sistema.

Una vez llamado a ejecución un proceso desde el sistema de procesos este se ejecuta mostrando las pantallas correspondientes al mismo; de modo embebido dentro del sistema de procesos o de forma externa, sirviéndose siempre del servidor de formularios para la generación de los estos. El servidor de formularios de Bonita Open Solution lee la descripción de los formularios en los paquetes de los procesos alojados en el servidor conformando la interfaz visual con la que el usuario interactúa, enviando los datos recibidos a través de las API<sup>1</sup>.

La aplicación accede al motor de procesos de Bonita Open Solution usando las siguientes API:

- **ManagementAPI:** Para operaciones relacionadas con adicionar y eliminar procesos.
- **QueryDefinitionAPI:** Para operaciones de consulta relacionadas con la definición de objetos. Operaciones que no modifican los objetos existentes.
- **RuntimeAPI:** Para modificar operaciones del modelo de ejecución. Para modificar los objetos existentes.
- **QueryRuntimeAPI:** Para operaciones de consultas sobre el modelo ejecución.
- **RepairAPI:** Para funciones avanzadas de administración para manejar la ejecución de instancias de proceso que pudieran estar fuera de lo normal.

- **CommandAPI:** Para ejecutar comandos disponibles en un proceso dado o del total en el motor de procesos.
- **IdentityAPI:** Para operaciones relacionadas con los usuarios del sistema.
- **BAMAPI:** Para operaciones de consulta para recuperar las estadísticas de los datos de tiempo de ejecución (29).

El motor de procesos de Bonita Open Solution es el encargado de la manipulación de los procesos, así como de acceder al contenedor de servicios para conectarse a bases de datos y a los conectores utilizados. Para una mejor comprensión de lo anteriormente expuesto la Figura 4 describe la arquitectura de la solución a implementar.

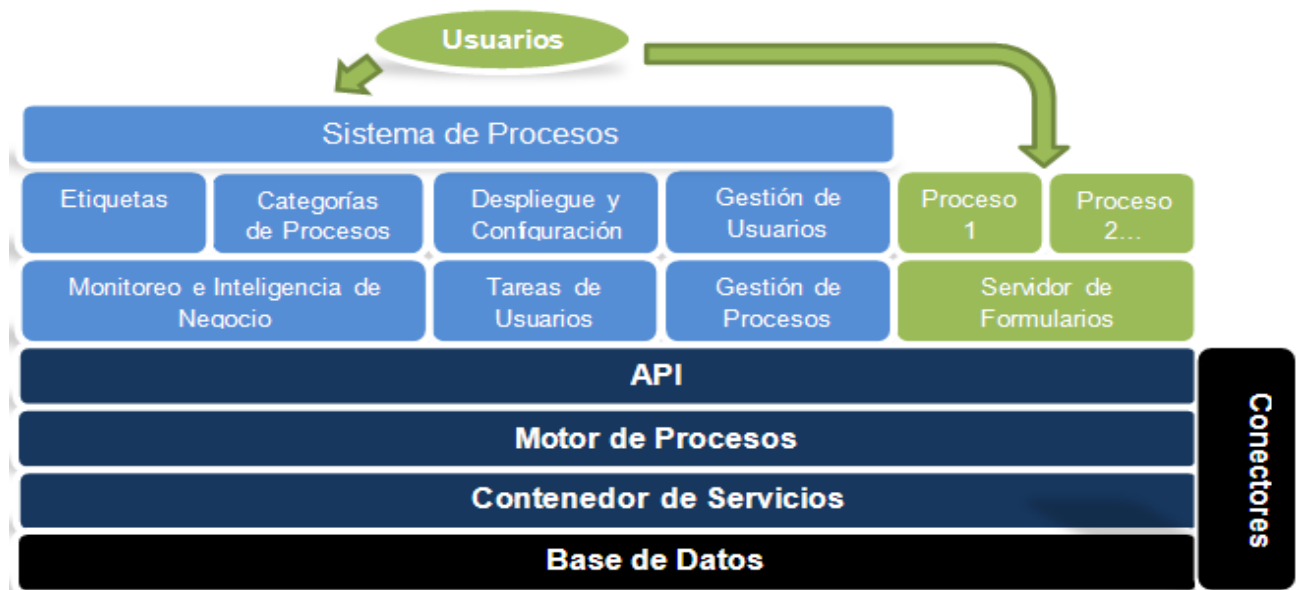


Figura 4 Arquitectura de la solución

### 2.6.1 Arquitectura de los paquetes de procesos

Una vez completado el diseño del negocio en el Bonita Estudio, este necesita ser desplegado en el servidor de aplicaciones para ejecutarse. Bonita Estudio empaqueta el negocio en un archivo con extensión “.bar” el cual contiene la plantilla de los formularios, las librerías utilizadas por el negocio o por los conectores utilizados y una descripción del proceso en lenguaje XML.

## **Conclusiones parciales**

En este capítulo se describieron los procesos fundamentales a automatizar siguiendo los pasos propuestos por la metodología BPM: RAD, como parte de la aplicación de la misma se obtuvieron los requisitos de negocio y de sistema de cada proceso; así como los requisitos no funcionales del sistema, lo cual permitió confeccionar los diagramas de flujo lógico de los procesos fundamentales modelados con BPMN 2.0 en la herramienta Bonita Open Solution lo cual los dejó listos para su despliegue. Por último se presentó la arquitectura del sistema propuesto.

## Capítulo 3: Implementación y pruebas

En el presente capítulo se presentan los recursos tecnológicos disponibles teniendo en cuenta que pueden ser usados por la aplicación para hacer más dinámicos los procesos, del mismo modo se presentan los conectores que serán empleados para expandir las funcionalidades básicas de la misma. Se presenta también una descripción de las pruebas realizadas a fin de detectar no conformidades que puedan afectar la calidad de la aplicación.

### 3.1 Identificación de recursos tecnológicos

El CISED como centro perteneciente a la UCI puede servirse de los servicios existentes en la misma, a continuación se presentan los servicios que pueden ser consumidos por la aplicación:

- Servidor de LDAP: ldap.uci.cu es el servidor LDAP central de la UCI, brinda servicios de autenticación y datos de los usuarios y ordenadores registrados en dicho dominio.
- Servidor de Correo: La universidad cuenta con servidores para la mensajería mediante los protocolos SMTP (smtp.uci.cu:25) para el envío de mensajes usando protocolos de autenticación segura con LDAP, del mismo modo se dispone de un servidor IMAP para la recepción de mensajes de tipo correo electrónico con la dirección imap.uci.cu: 993
- Servidor para la mensajería instantánea: Se dispone de un servidor de tipo XMMP o jabber como también se le conoce para la mensajería instantánea entre usuarios.
- Repositorio institucional: Comprende de un repositorio de versiones para los proyectos desarrollados en el CISED.

### 3.2 Conectores utilizados

A continuación se listan y describen los conectores que son usados de forma genérica en todos los procesos modelados.

- LDAP: Conector que permite realizar consultas a un servidor de LDAP. Es usado en los procesos para obtener datos de los usuarios desde el LDAP de la UCI. Ver Figura 10 Prueba a conector de LDAP.



- SMTP: Este conector permite el envío de mensajes por correo electrónico. Es usado para notificar a los usuarios que deben realizar una acción en el sistema. Ver Figura 5 Configuración para el conector de correo SMTP.
- Base de datos PostgreSQL: Permite realizar consultas a una base de datos de PostgreSQL. Ver Figura 7 Configuración del conector para bases de datos PostgreSQL.
- Script de Groovy: Este conector permite la creación de scripts usando el lenguaje de programación Groovy. Es utilizado para las validaciones de los formularios, generación de PDF, acceder a las API de Bonita Open Solution entre otras tareas. Ver Figura 6 Conector Groovy para generar PDF desde una plantilla.

Correo Electrónico

desde \*

Para \*

▶ Otros recipientes

Asunto

Mensaje

Seleccionar datos, o crear una expresión Groovy

< Anterior    Siguiete >    Finalizar    Cancelar

Figura 5 Configuración para el conector de correo SMTP

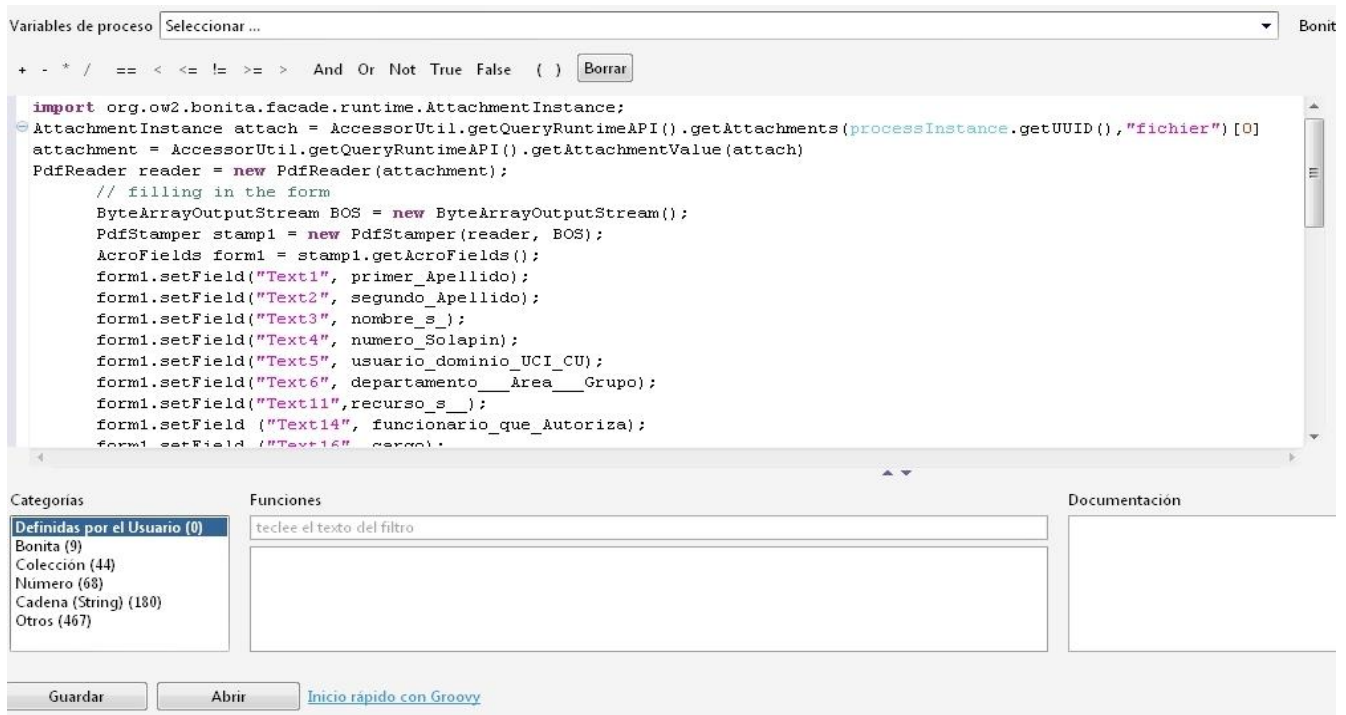


Figura 6 Conector Groovy para generar PDF desde una plantilla

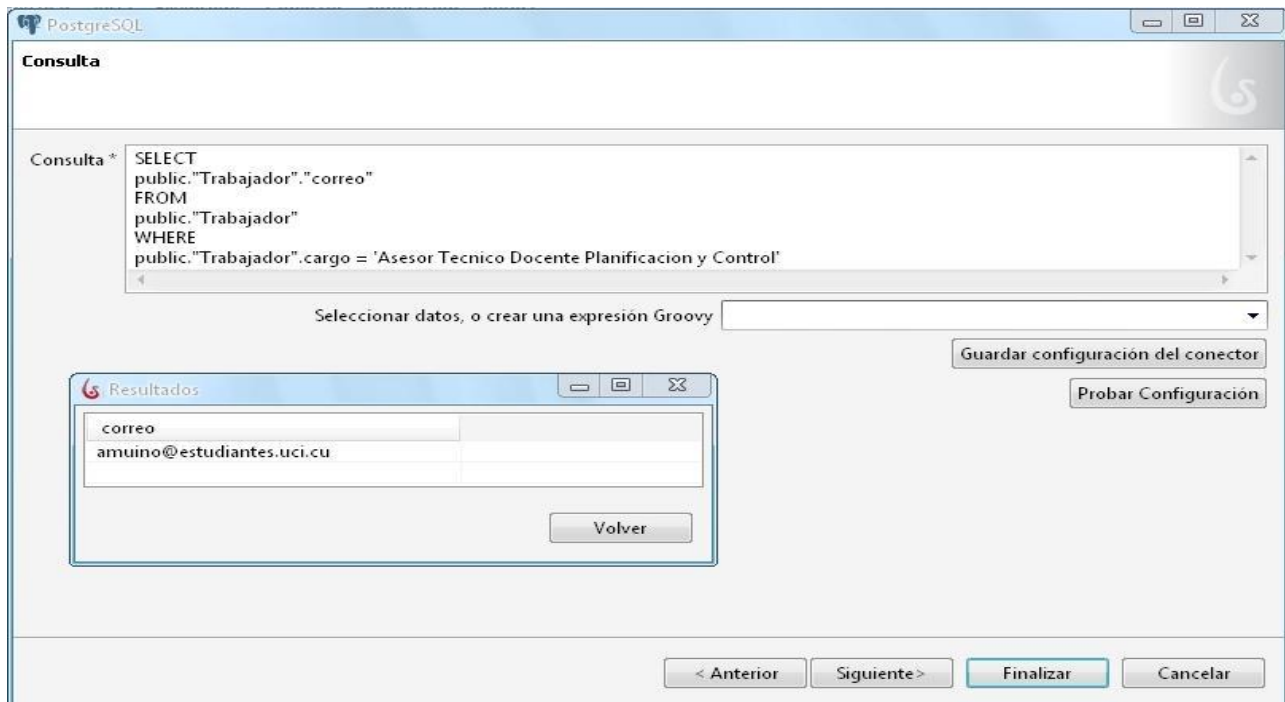


Figura 7 Configuración del conector para bases de datos PostgreSQL

### 3.2.1 Informes, reportes y planillas

Para la generación de informes, reportes y planillas en la aplicación fueron importadas las librerías de iText desde el Bonita Estudio. Para usar iText en la generación y manipulación de documentos PDF se utilizó un conector Groovy. Para generar un nuevo documento se capturan los datos de las variables en los formularios y se genera un archivo PDF el cual es guardado en una variable de tipo adjunto. Los adjuntos generados pueden ser leídos y modificados desde un nuevo conector Groovy siendo útil a la hora de validar campos de tipo firma, texto y checkbox. Para más información ver en los anexos imágenes de algunos de los PDF que son generados por la aplicación.

### 3.2.2 Base de Datos

Aunque Bonita Open Solution brinda una base de datos H2<sup>ii</sup> para la gestión de usuarios y procesos que dan soporte a la mayor parte de las necesidades del sistema, fue necesario utilizar una tabla auxiliar para almacenar el área a la que pertenecen los usuarios, como medio alternativo al LDAP para obtener información de los mismos. A continuación se describe dicha tabla en la Figura 8 Tabla auxiliar trabajador.



Figura 8 Tabla auxiliar trabajador

### 3.3 Propuesta de despliegue de la solución

Para el despliegue de la aplicación fue concebido el modelo cliente servidor donde se separan físicamente los clientes de los servidores. Con este objetivo la solución es desplegada en el servidor de aplicaciones JBOSS el cual contiene el motor de proceso del Bonita Open Solution encargado de interpretar los procesos alojados en el mismo. El servidor BOS se conecta al LDAP de la UCI para realizar la autenticación de los usuarios, del mismo modo para obtener datos de los usuarios, según lo requieran los procesos. El servidor JBOSS que contiene al motor de BOS es el encargado de enviar las notificaciones vía SMTP al servidor de correo de la UCI y de conectarse a las bases de

datos externas que se requieran. La Figura 9 Diagrama de despliegue presenta la propuesta para el despliegue de la solución.

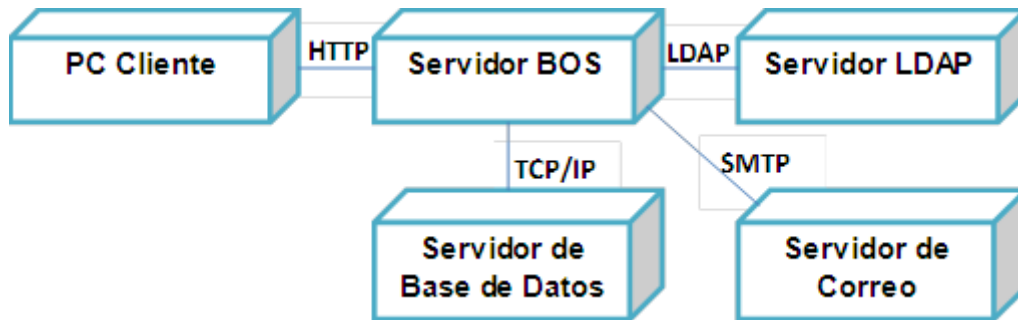


Figura 9 Diagrama de despliegue

Es requerido para el despliegue de la solución el uso la máquina virtual de java 6.0.20 o superior y Adobe Acrobat Pro 10.0 o similar para firmar los documentos PDF generados por el sistema.

### 3.4 Propuesta de interfaz

Para lograr una personalización para el CISED de los procesos fue creada desde el editor de formularios de Bonita Estudio una plantilla global que se apega a los colores que utilizan otros sistemas del centro como: el portal principal del centro y el portal de autenticación del CISED, con lo que se logra una apariencia uniforme para todos los procesos modelados. Bonita Estudio empaqueta la plantilla junto con los procesos a la hora de exportarlos al servidor de modo automático.

Para el diseño del portal que brinda acceso a los procesos se tuvo en cuenta que este pudiera integrarse a otros sistemas existentes o futuros, para ello el sistema cuenta con una estructura en bloques de contenido, donde los bloques que son propensos a menos cambios flotan sobre aquellos que pueden ser cambiados en un futuro. Otro aspecto que se tuvo en cuenta para el diseño del portal es que este debe verse de modo similar a como se ven los procesos ejecutándose en modo externo para mantener una estética mucho más agradable a los ojos del usuario. Pueden verse en los anexos imágenes de la interfaces de los procesos y el portal “Sistema de procesos”.

### 3.5 Validación de la propuesta de solución

Para asegurar la calidad de la aplicación final es necesario verificar mediante pruebas que esta cumple con los requisitos requeridos. Aunque la realización de pruebas no exime de errores a la

aplicación ayuda a detectar posibles fallos de implementación, calidad, usabilidad y rendimiento de un sistema determinando el nivel de calidad en función del nivel de cumplimiento de los requisitos iniciales del mismo.

Los procesos son monitoreados mediante pruebas, indicadores como estabilidad, eficiencia, escalabilidad y seguridad ya que estos definen el nivel de calidad de la solución propuesta.

### 3.5.1 Pruebas realizadas

Para la detección de errores en la solución se aplicaron pruebas de unidad y caja negra.

Las pruebas de unidad se realizaron con el objetivo de revisar los elementos que componen el proceso por separado para luego realizar pruebas de estos componentes integrados. Siguiendo este objetivo se revisaron los conectores dentro de cada actividad o asignados al pool<sup>iiii</sup> para cada uno de los procesos desarrollados, para ello se utilizó la propia herramienta Bonita Open Solution.

Los conectores fueron probados por separado en busca de errores de configuración o dentro del código que contienen una vez que fueron configurados, resaltando en este último caso la posición del error dentro del código, permitiendo además dar tratamiento a los mismos brindando la opción de definir cómo debe continuarse el proceso en caso de que el conector falle. La Figura 10 muestra el caso de prueba aplicado al conector LDAP del proceso Adiestramiento profesoral 1.0 para capturar la dirección de correo del profesor adiestrado.

Se aplican pruebas de unidad también para cada actividad (incluyendo el pool) buscando errores que puedan surgir por la interacción de los conectores que contiene, del mismo modo se buscan errores que surgen por la interacción de roles entre actividades dentro del proceso.

Posterior a las pruebas de unidad, una vez que se verificó que no existían errores en el código o en el diseño que afectara la ejecución de los procesos, se ejecutan las pruebas de caja negra aplicando la técnica de partición equivalente para evaluar el comportamiento del sistema suministrándole valores válidos y no válidos.

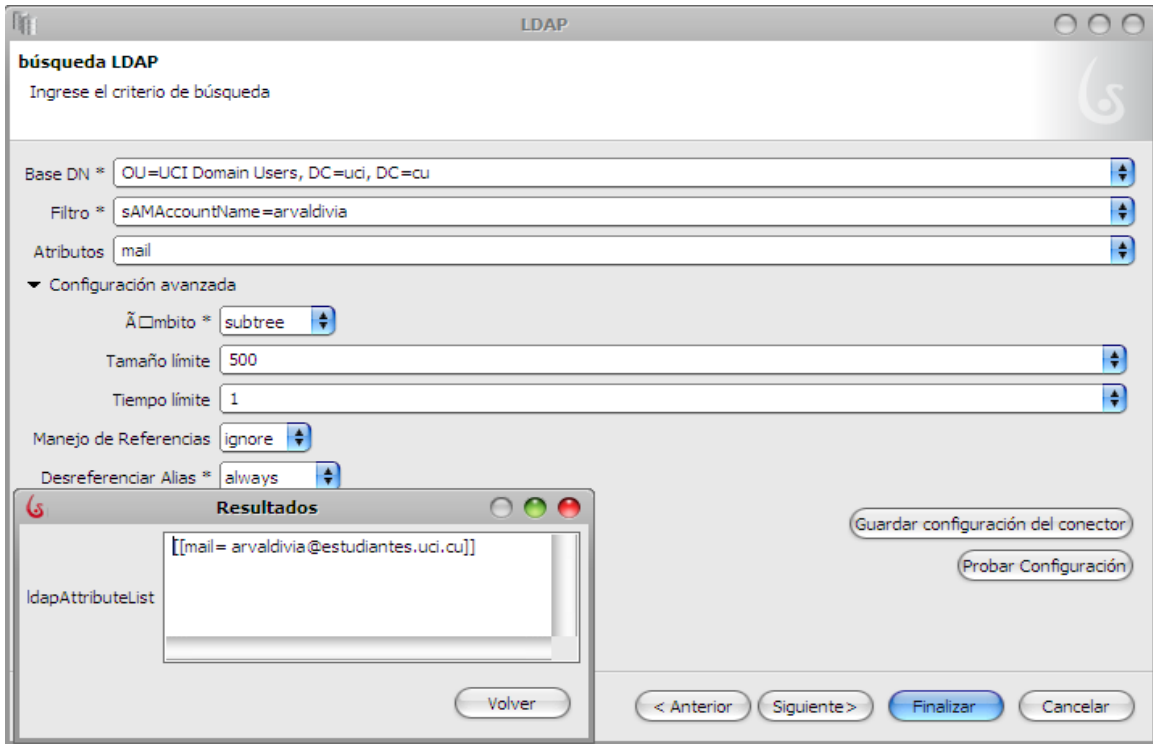


Figura 10 Prueba a conector de LDAP

Los casos de prueba de caja negra se definieron a partir de las descripciones de los requisitos expuestos anteriormente, abarcando para ello todo el sistema. Para estas pruebas se monitorearon los valores que deben tomar las variables de entrada de cada formulario para la obtención de los resultados esperados, evaluando además que se cumpla con la lógica del negocio y el correcto funcionamiento de las interfaces generadas. Una vez finalizados los casos de prueba, se evalúa el proceso comparando las diferencias entre los resultados obtenidos y los resultados esperados. Para este fin se crearon casos de pruebas agrupados por procesos.

A continuación se muestra el caso de prueba Generar planilla de evaluación realizado al formulario Certificado de evaluación mensual de los trabajadores perteneciente al proceso Evaluación de desempeño de un profesor, referente a la segunda iteración de pruebas, el resto de las pruebas pueden obtenerse de la documentación del proyecto.

**Condiciones de ejecución:** El usuario debe estar autenticado con el rol de profesor.

**Flujo central:** "Iniciar un caso", El paso "Correos a enviar la Evaluación de Desempeño" completado.

Requerimiento funcional: RF 1.2 Generar planilla de evaluación.

Tabla 6 Caso de prueba “Generar planilla de evaluación”.

Clases válidas	Resultado esperado	Resultado de la prueba	Observaciones
Datos con el formato correcto.	Se envía una notificación vía correo al jefe de departamento que inicia el caso y este puede acceder al formulario Revisión de la Evaluación.	El formulario se envió correctamente.  Se realizó la notificación vía correo.	Se requiere cambiar de rol a Jefe de Departamento para visualizar el siguiente paso.
Clases no válidas	Resultado esperado	Resultado de la prueba	Observaciones
Datos con formatos incorrectos.	Se visualiza el tipo de error en la parte inferior del campo con datos no válidos	Se encontró una no conformidad.	En campos de fecha para especificar el rango del período de la evaluación el campo hasta se permite que sea menor que el campo periodo de evaluación que marca el inicio del periodo.
Campos vacíos.	Se muestra un mensaje al lado derecho del campo indicando que es “Requerido”	No se encontraron no conformidades.	

### 3.5.2 Iteraciones de pruebas

Con el fin de detectar la mayor cantidad de errores posibles durante las pruebas que se realizaron, estas se realizaron una vez culminada una fase de la metodología BPM: RAD. De este modo se llevaron a cabo tres iteraciones de pruebas donde en la primera iteración se revisó el 75% de los requisitos establecidos, dejando un 25% para la segunda iteración y chequeando si se solucionaron las no conformidades de la primera iteración, quedando listo el sistema para una tercera iteración donde se hace una revisión general a fin de ofrecer una solución con la calidad requerida por el cliente. Los resultados de cada iteración se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7 Resultados generales de las iteraciones de pruebas.

Iteración	Solicitud de un trabajador al centro y solicitud de recursos de redes	Plan de Adiestramiento	Adiestramiento profesoral	Evaluación de desempeño de un profesor
1	20	14	12	16
2	9	6	7	4
3	0	0	0	0

Para comprobar el nivel de eficiencia de los procesos automatizados se comparan los tiempos de ejecución que se capturaron por método de entrevista al personal involucrado en los mismos, con los resultados obtenidos del KPI promedio de duración de los casos, que se encarga de crear un reporte de los tiempos medios de ejecución de varias iteraciones de un proceso, mostrándose los resultados obtenidos en la Tabla 8.

Tabla 8 Comparación entre los tiempos de ejecución de los procesos actuales con los automatizados

	Solicitud de un trabajador al centro y solicitud de recursos de redes	Plan de Adiestramiento	Adiestramiento profesoral	Evaluación de desempeño de un profesor
Tiempo de ejecución sin automatizar	2-6 Horas	4 Horas	4 Horas	4 Horas
Tiempo de ejecución usando el sistema	7:32 Minutos	12:53 Minutos	11:03 Minutos	9:58 Minutos



### **3.6 Conclusiones parciales**

En este capítulo se describió como fue concebida la solución propuesta lo cual posibilitó el despliegue de la misma en el servidor de aplicaciones JBOSS, se abordó acerca del modo de empleo de los conectores que posibilitaron la conexión a otros sistemas lo cual logró hacer más dinámicos los procesos. Una vez que el sistema fue desplegado, fue sometido a pruebas, se concluyó de los resultados de las mismas, que el sistema cumplió con los requisitos descritos en el capítulo anterior, se comprobó que los procesos automatizados se ejecutaban con mayor transparencia, facilidad y rapidez que los procesos actuales, de este modo se cumplió el objetivo de desplegar y validar los procesos modelados permitiendo su gestión desde el sistema de procesos.

## Conclusiones

- Se identificaron los procesos fundamentales que se realizan en el CISED determinando que la mayoría se ejecutan de forma manual haciendo difícil su seguimiento y gestión.
- Luego del análisis de los principales BPMS se determinó que Bonita Open Solution es la herramienta más adecuada para la automatización de los procesos identificados.
- A partir del uso de la metodología BPM RAD y de los requisitos definidos se modelaron los principales procesos identificados en el CISED.
- Con el diseño de los procesos, configuración de los conectores, la personalización de las interfaces y su despliegue se logró proveer al CISED de un portal web para la monitorización y gestión de sus procesos fundamentales.
- Mediante la realización de las pruebas de unidad y caja negra se comprobó que el sistema se ajusta a los requisitos definidos y a través del indicador de desempeño promedio de duración de los casos se demostró la mejora en los tiempos de ejecución de los procesos.

## Recomendaciones

Se recomienda continuar la automatización de nuevos procesos e integrarlos a los ya existentes, del mismo modo se propone integrar el sistema de procesos al portal del CISED para facilitar a los usuarios del centro el acceso al mismo. Otra recomendación del equipo de desarrollo es utilizar una cuenta de correo propia para el CISED para el envío de las notificaciones.

## Bibliografía

1. **Piraquive, Flor Nancy Díaz.** Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. *Sistema de Información Científica Redalyc.* [En línea] <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=187214457007>.
2. —. [En línea] <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/1061>.
3. **Pérez, Pedro Carlos.** *El diseño metodológico de la investigación científica. Teoría de Muestreo: población y muestra. Diseño experimental y métodos.* s.l. : wMartinto, 2011.
4. **http://definicion.de.** Definición.de. *Definición.de.* [En línea] 29 de 11 de 2011. [Citado el: 30 de 11 de 2011.] <http://definicion.de/proceso/>.
5. **Macias, Nora.** Gravatar. *Gravatar.* [En línea] 5 de 10 de 2010. [Citado el: 30 de 11 de 2011.] [http://www.gravatar.biz/index.php/tecnologia\\_negocios/bpm-business-process-management/](http://www.gravatar.biz/index.php/tecnologia_negocios/bpm-business-process-management/).
6. **Madrid, Víctor Javier.** Adictos al trabajo. [En línea] Autentia. [Citado el: 5 de 11 de 2011.] <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=bpmn>.
7. **Milestone.** Milestone. *Curso práctico de Modelado de Negocios con BPMN 2.0 y UML.* [En línea] Milestone. [Citado el: 5 de 11 de 2011.] <http://www.milestone.com.mx/CursoModeladoNegociosBPMN.htm>.
8. **MSc. Patricia Noy Viamontes, Ing. Yanais Pérez Fernández.** La actualidad de la Gestión de Procesos de Negocio: Business Process Management (BPM). [En línea] [Citado el: 1 de 12 de 2011.] <http://es.scribd.com/doc/73668169/La-actualidad-de-la-Gestion-de-Procesos-de-Negocio-Business-Process-Management-BPM>.
9. **Mezarina, Herky.** SOA - BPM - BI. *ERP vs BPM.* [En línea] 10 de Marzo de 2010. [Citado el: 29 de 11 de 2011.] <http://soa-bpm-bi.blogspot.com/2010/03/erp-vs-bpm.html>.
10. **Huang, Li.** Bonitasoft. *Bonitasoft.* [En línea] <http://es.bonitasoft.com/company/blog/el-gobierno-de-canarias-confia-en-bonita-open-solution-para-sus-aplicaciones-de>.
11. **Customer references.** Bonitasoft. *Bonitasoft.* [En línea] <http://es.bonitasoft.com/clientes/referencias-de-clientes>.
12. **dataprix.** dataprix.com. *dataprix.com.* [En línea] [Citado el: 3 de 12 de 2011.] <http://www.dataprix.com/12-prestaciones>.

13. **Denzer, Patricio.** profesores.elo.utfsm.cl. *profesores.elo*. [En línea] [Citado el: 3 de 12 de 2011.] <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s02/projects/denzer/informe.pdf>.
14. **inei.gob.** inei.gob. *inei.gob*. [En línea] [Citado el: 3 de 12 de 2011.] <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Inf/Lib5103/Libro.pdf>.
15. **Softonic.** Softonic. *Softonic*. [En línea] [Citado el: 2 de 12 de 2011.] <http://netbeans-ide.softonic.com/>.
16. **netbeans.org.** netbeans.org. *netbeans.org*. [En línea] [Citado el: 2 de 12 de 2011.] [http://netbeans.org/community/releases/69/relnotes\\_es.html](http://netbeans.org/community/releases/69/relnotes_es.html).
17. **intaliobpm.** intaliobpm. *intaliobpm*. [En línea] [Citado el: 30 de 11 de 2011.] <http://intaliobpm.blogspot.com/2007/03/primeros-pasos-con-intalio-bpm.html>.
18. **ultimus.** ultimus.com. *ultimus.com*. [En línea] [Citado el: 15 de 10 de 2011.] [http://www.ultimus.com/es/bpm\\_tec](http://www.ultimus.com/es/bpm_tec).
19. **Jotadeveloper Blog.** Jotadeveloper Blog. *Análisis de algunos BPM Open Source para la Empresa*. [En línea] 19 de Agosto de 2008. [Citado el: 29 de 11 de 2011.] <http://blog.jotadeveloper.com/2008/08/19/analisis-de-algunos-bpm-opensource-para-la-empresa/>.
20. **Somos Libres.** Somos Libres. [En línea] [Citado el: 7 de 12 de 2011.] <http://www.somoslibres.org/modules.php?name=News&file=article&sid=3541>.
21. **Madrid, Víctor Javier.** www.adictosaltrabajo.com. *www.adictosaltrabajo.com*. [En línea] 13 de 08 de 2010. [Citado el: 14 de 10 de 2012.] <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=bonita>.
22. **Departamento de Tecnología Informática y Computación.** Administración de Sistemas Operativos en Red. *Administración de Sistemas Operativos en Red*. [En línea] 10 de 05 de 2004. [Citado el: 3 de 10 de 2011.] <http://www.dtic.ua.es/assignaturas/ASOR/practica9.html>.
23. **laurel.datsi.** El Servidor De Aplicaciones JBOSS. *El Servidor De Aplicaciones JBOSS*. [En línea] [Citado el: 15 de 10 de 2011.] [http://laurel.datsi.fi.upm.es/~ssoo/DAW/Trabajos/2003-2004/Septiembre/19/Contenido\\_archivos/resource1/r1conten2-1.htm](http://laurel.datsi.fi.upm.es/~ssoo/DAW/Trabajos/2003-2004/Septiembre/19/Contenido_archivos/resource1/r1conten2-1.htm).
24. **JAVA.** JAVA. JAVA. [En línea] [Citado el: 12 de 10 de 2011.] <http://www.infor.uva.es/~jmrr/tgp/java/JAVA.html>.
25. **Laforge, Guillaume.** Groovy. *Static compilation in the new Groovy 2.0 beta*. [En línea] 7 de 5 de 2012. <http://groovy.codehaus.org/>.

26. **Club BPM.** *El Libro del BPM 2011.* MADRID : Plaza edición, 2011. pág. 277 . 978-84-614-8367-9  
Nº Edición: 1ª.
27. **CISED.** Portal CISED. [En línea] [Citado el: 12 de 1 de 2012.] <http://portal.proiden.uci.cu/node/20>.
28. **SPARX SYSTEMS.** Enterprise Architect. *Enterprise Architect.* [En línea] SPARX SYSTEMS.  
[Citado el: 27 de 2 de 2012.] [http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/logical\\_model.html](http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/logical_model.html).
29. **Bonitasoft.org.** Bonitasoft.org. *Building your BPM applications with Bonita Runtime – Part 1.* [En línea] Bonitasoft.org, 6 de 4 de 2010. <http://www.bonitasoft.org/blog/tutorial/building-your-applications-with-bonita-runtime-part-1/>.

# Anexos

## PDF generados usando iText



### Certificado de evaluación mensual trabajadores

Área: Cised. Dpto de Identificación  
 Periodo de Evaluación, Desde: Mar 31, 2012  
 Hasta: Jul 30, 2012  
 Año: 2012  
 Nombre: Aylín Santana Muiño  
 Solapín: EH03304  
 CI: 88040800585

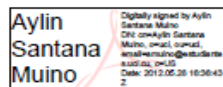
Tareas asignadas	Evaluación(S - A - D)
Curso los cursos de Identificación Humana y Proyectos de Identidad en la escuela de verano efectuada en la universidad en julio del 2011.	A
Imparte el curso optativo de programación en c# a los estudiantes de 5to año pertenecientes al centro.	A
Cursa el curso de postgrado Redacción y publicación de artículos científicos que se imparte actualmente en el centro.	A
Confección del artículo científico "LA INFORMÁTICA FORENSE Y LA GESTIÓN DE LOGS" como coautor.	A
Organización de los temas de tesis de los estudiantes de 5to año pertenecientes al departamento, así como la ubicación de los estudiantes de 4to.	A
Participación en la parada de beca realizada por la facultad con motivo a las elecciones de la residencia de los estudiantes.	A
Participación en las actividades metodológicas orientadas por el departamento central de práctica profesional.	A

Impuntualidades: Ninguna

Ausencias: Ninguna

Observaciones: Durante el periodo a evaluar cumplió con las tareas previstas.

Se propone en el periodo que evalúa la evaluación de : Adecuado



Aylín Santana Muiño



Yoandy Delgado Melian

Figura 11 PDF Generado: Evaluación de desempeño de un profesor

**ACCESO A REDES Y REPOSITORIO**

FORMULARIO DE SOLICITUD DE SERVICIOS REDES Y REPOSITORIO

Día	Mes	Año
1	5	2012

Fecha de Solicitud

**Datos Personales y Laborales**

Primer Apellido Delgado	Segundo Apellido Melian	Nombre(s) Yoandy
Número Solapín 12414	Usuario dominio UCI.CU ymelian	Departamento / Área / Grupo CISED

**Datos del Servicio**

Tipo de Solicitud	Validez de la Solicitud
<input type="checkbox"/> Creación de usuario <b>NO</b> existente	Solicitud válida durante el presente Curso Escolar. Especificar fecha en caso de que la validez concluya antes de la culminación del Curso Escolar
<input checked="" type="checkbox"/> Modificación de Privilegios en el Repositorio.	
<input checked="" type="checkbox"/> Acceso a servicios de red del centro CISED	

Día	Mes
20	8

Tipo de Personal	Recurso(s):
<input type="checkbox"/> Consejo de Dirección	192.168.101.64
<input type="checkbox"/> Profesor de la UCI	
<input type="checkbox"/> Profesor Adjunto	
<input type="checkbox"/> Estudiante Instructor	
<input type="checkbox"/> Trabajador	
<input checked="" type="checkbox"/> Estudiante	



<p>Manifiesto que los datos arriba expuestos se ajustan a la realidad y registraré mi comportamiento como usuario del repositorio de proyecto.</p> <p>Me comprometo además a no divulgar o usar a través de la RED hacia el exterior de la Universidad ninguna información confidencial, clasificada, de importancia estratégica o que pueda constituirse patrimonio del Centro y la Universidad .</p>	<b>Funcionario que Autoriza</b>
	Nombre y Apellidos Angel Ramon Valdivia Hernandez
	Cargo Subdirector de Tecnología
	Firma Digital  Digitally signed by Angel DN: cn=Angel, o=UCI, ou, email=arvaldivia@estud antes.uci.cu, c=US Date: 2012.05.29 17:33:50 -05'00'
	<b>Ejecutado por</b>
	Firma Digital:  Digitally signed by Angel DN: cn=Angel, o=UCI, ou, email=arvaldivia@estu dantes.uci.cu, c=US Date: 2012.05.29 17:34:03 -05'00'

Figura 12 PDF Generado desde plantilla: Solicitud de recurso de red

Diseños de la Interfaz de la aplicación

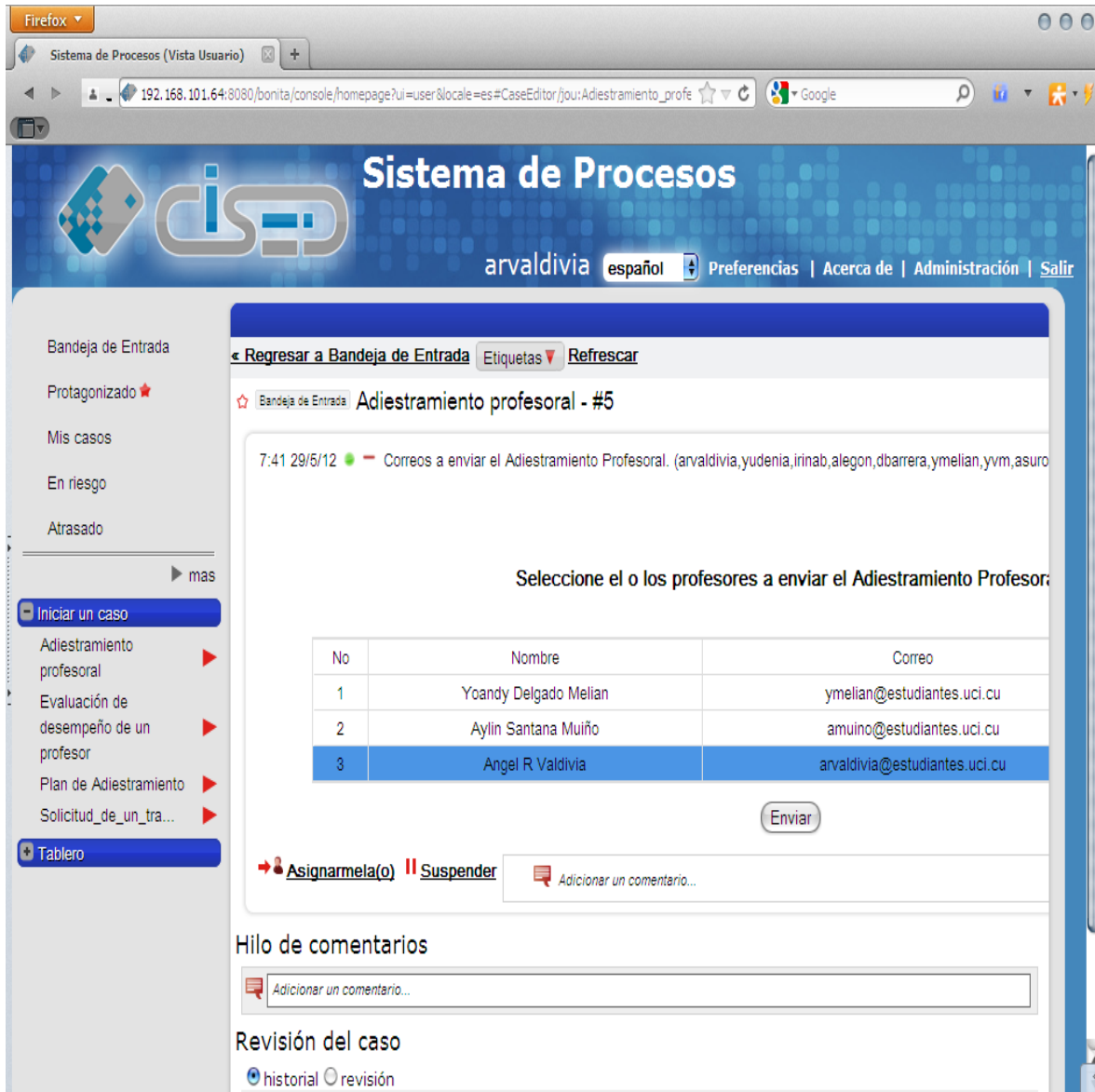


Figura 13 Sistema de Procesos (vista usuario), proceso embebido Adiestramiento profesoral



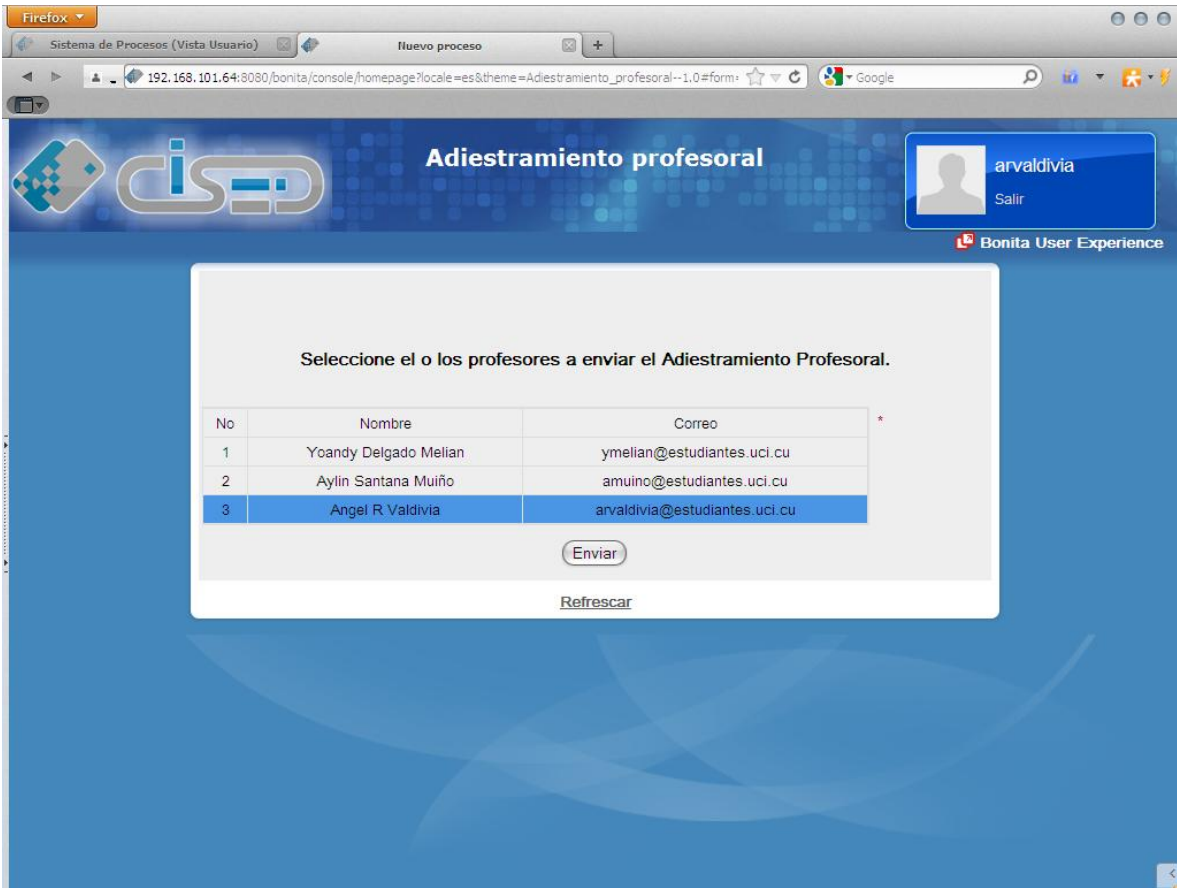


Figura 14 Adiestramiento profesoral en vista externa

## Glosario de términos

---

<sup>i</sup> API: Interfaz de Programación de Aplicaciones, es decir, interfaz de comunicación entre componentes software. Método que utiliza un programa para interactuar con funciones del sistema operativo según la Real Academia Española.

<sup>ii</sup> H2: Motor de base de datos Open Source hecho en Java.

<sup>iii</sup> Pool: Según la definición de BPMN 2.0 es el contenedor donde se grafican los procesos.