

CIS1130IS06

Automatización de Procesos de Negocio en la Pequeña y Mediana Empresa mediante
Herramientas Libres BPM

William Eduardo Jiménez Benavides

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D.C.
2011

CIS1130IS06
Automatización de Procesos de Negocio en la Pequeña y Mediana Empresa mediante
Herramientas Libres BPM

Autor:

William Eduardo Jiménez Benavides

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS

Director

Ingeniero César Julio Bustacara Medina

Jurados del Trabajo de Grado

Ingeniera Lina María Consuelo Franky de Toro

Ingeniero Rafael Andrés González Rivera

Página web del Trabajo de Grado

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1130IS06>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BOGOTÁ, D.C.
Diciembre, 2011

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

Rector Magnífico

Joaquín Emilio Sánchez García S.J.

Decano Académico Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis David Prieto Martínez

Decano del Medio Universitario Facultad de Ingeniería

Padre Sergio Bernal Restrepo S.J.

Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas

Ingeniero Germán Alberto Chavarro Flórez

Director Departamento de Ingeniería de Sistemas

Ingeniero César Julio Bustacara Medina

Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946

“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a César Bustacara por su valiosa guía durante este último año, por su tiempo, dedicación y confianza.

Agradezco a la maravillosa familia que tengo, que como en todos los momentos de mi vida, me apoyaron incondicionalmente durante la realización de este trabajo de grado. A mi Papá porque no imagino un mejor ejemplo de la dedicación y el compromiso. A mi Mamá por su incondicionalidad y preocupación en los más mínimos detalles. A mi hermano, que siempre se preocupó y me animó, especialmente en estos últimos semestres. A mis amigos y compañeros de la universidad y fuera de ella, que de alguna u otra manera me apoyaron en esta última etapa de mi carrera.

CONTENIDO

CONTENIDO	V
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN	13
1 DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO	15
1.1 JUSTIFICACIÓN	15
1.2 OBJETIVO GENERAL	16
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2 MARCO CONTEXTUAL	17
2.1 ¿QUÉ ES BPM?	17
2.2 BPM EN LA ÚLTIMA DÉCADA	18
2.3 PYMES EN COLOMBIA Y LA GESTIÓN DE SUS PROCESOS DE NEGOCIO	21
3 MARCO TEÓRICO.....	26
3.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PYMES.....	26
3.2 PROCESOS DE NEGOCIO	27
3.2.1 <i>Modelado de Procesos de Negocio.....</i>	<i>29</i>
3.2.1.1 Estándares.....	31
3.3 CICLO DE VIDA BPM.....	36
3.3.1 <i>Análisis Y Diseño</i>	<i>37</i>
3.3.2 <i>Configuración del Sistema</i>	<i>38</i>
3.3.3 <i>Despliegue.....</i>	<i>40</i>
3.3.4 <i>Evaluación.....</i>	<i>41</i>
3.4 ¿QUÉ ES UNA BPMS?	42
3.5 TRABAJOS RELACIONADOS	43
3.5.1 <i>Evaluación y Comparación de Metodologías de Modelado de Procesos de Negocio para Pequeñas y Medianas Empresas [33].....</i>	<i>43</i>
3.5.2 <i>Modelado de Procesos de Negocio para la Gestión del Conocimiento Organizacional [34]44</i>	<i>44</i>
3.5.3 <i>Investigación y Diseño de un Modelo de Flujo de Documentos basado en el motor de Workflow de JBPM [35].....</i>	<i>44</i>
3.5.4 <i>Modelado Colaborativo de Procesos E-Business: Un Framework de análisis holístico centrado en PYMES [36].....</i>	<i>45</i>

4 DESARROLLO DEL TRABAJO	46
4.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UNA BPMS	46
4.1.1 <i>Definición del conjunto de BPMS a evaluar</i>	46
4.1.2 <i>Definición de Criterios de Evaluación</i>	47
4.1.3 <i>Descripción del formulario de evaluación</i>	48
4.1.4 <i>Solicitud de Información</i>	50
4.1.5 <i>Análisis de Resultados</i>	50
4.2 AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO DE NEGOCIO DE UNA PYME	51
4.2.1 <i>Definición del Proceso de Negocio piloto</i>	51
4.2.1.1 <i>Análisis Organizacional y Limitaciones</i>	52
4.2.2 <i>Análisis y Diseño</i>	55
4.2.2.1 <i>Caracterización del Proceso de Negocio piloto</i>	56
4.2.3 <i>Evaluación y Selección de una BPMS de libre distribución</i>	63
4.2.4 <i>Configuración del sistema</i>	64
4.2.5 <i>Implementación y Pruebas</i>	66
4.2.6 <i>Despliegue y Seguimiento</i>	71
5 RESULTADOS Y REFLEXIÓN SOBRE LOS MISMOS	74
6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	77
6.1 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE BPM EN PYMES DEL SECTOR DE SERVICIOS.....	77
6.2 RECOMENDACIONES.....	79
6.3 TRABAJOS FUTUROS	80
7 REFERENCIAS	82
8 ANEXOS	88
8.1 ANEXO 1. FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE BPMS	88
8.2 ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO	88
8.3 ANEXO 3. EVALUACIÓN DE BONITA OPEN SOLUTION 5.5.1 Y JBOSS JBPM 3.3.1 ..	88
8.4 ANEXO 4. MODELO BPMN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO	88
8.5 ANEXO 5. MANUAL DE INSTALACIÓN Y DESPLIEGUE.....	88

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1. Mapa de beneficios de BPM. Adaptado de {Citation}[4]	18
Ilustración 2.2. Tendencia de las PYMES colombianas según el sector de la economía. Tomado de [13].	22
Ilustración 2.3. Evaluación de los indicadores relacionados con el acceso a la tecnología. Tomado de [14].	22
Ilustración 2.4. Distribución de la inversión de las PYMES colombianas en tecnología. Tomado de [14].	23
Ilustración 3.1. Razones y consecuencias de una PYME flexible. Tomado de [17].	26
Ilustración 3.2. estructura de conceptos de BPM.	28
Ilustración 3.3. Metamodelo de un proceso de negocio. adaptado de [24].	29
Ilustración 3.4. Contexto de las técnicas de modelado de procesos de negocio y sistemas de información. Adaptado de [26].	31
Ilustración 3.5. Evolución de los estándares BPM más relevantes. Tomado de [24].	33
Ilustración 3.6. Escenario de estándares BPM. Tomado de [24].	34
Ilustración 3.7. Iteraciones al interior del ciclo de vida de BPM. Tomado de [24].	36
Ilustración 3.8. Arquitectura típica de una Bpms. adaptado de [34].	43
Ilustración 4.1. Metodología de filtrado para llevar a cabo una recomendación de una solución. Tomado de [39].	46
Ilustración 4.2. Estructura general del departamento de Ingeniería de Sistemas.	53
Ilustración 4.3. Departamento de Ingeniería de Sistemas como parte de una unidad organizacional más grande. Adaptado de [45].	53
Ilustración 4.4. Subprocesos del proceso de Programación de clases.	60
Ilustración 4.5. Subproceso Actualización del catálogo de asignaturas.	60
Ilustración 4.6. Subproceso Gestión de solicitudes de asignaturas.	61
Ilustración 4.7. Subproceso Ingreso de clases a SAE.	62
Ilustración 4.8. Cronograma del proceso de Programación de Clases.	62
Ilustración 4.9. Resultados generales de la evaluación de jBPM 3.3.1 y BOS 5.5.1.	64
Ilustración 4.10. Arquitectura jBPM mapeada a los componentes utilizados. adaptado de [37].	65
Ilustración 4.11. Modelo BPMN del Proceso de programación de clases.	67

Ilustración 4.12. Proceso de programación de clases en notación JPDL	68
Ilustración 4.13. Gestión de Solicitudes de clase en notación JPDL	69
Ilustración 4.14. Plan de acción en notación JPDL	70
Ilustración 4.15. Visualización de procesos jBPM alojados en OpenKM.....	72
Ilustración 4.16. Estado en tiempo real de un proceso jBPM en OpenKM.....	72
Ilustración 5.1. Mejoras alcanzadas vs metas propuestas.....	75
Ilustración 5.2. Métricas estimadas vs métricas obtenidas	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación por tamaño de las organizaciones encuestadas. adaptado de [9].	19
Tabla 2.2. Percepción de Bpm de las organizaciones encuestadas adaptado de [9].	20
Tabla 2.3. cuánto gastan las empresas en bpm. adaptado de [9].	20
Tabla 2.4. Parámetros de clasificación de PYMES colombianas. Datos tomados de [11].	21
Tabla 2.5. Resultados de diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas. Información extraída de [18].	24
Tabla 3.1. metas y requerimientos del modelado de procesos de negocio y de sistemas de información. Adaptado de [26].	30
Tabla 3.2. Estándares BPM. Adaptado de [26].	32
Tabla 3.3. Elementos Bpmn y jbp m. adaptado de [28] [28].	35
Tabla 4.1. Herramientas BPM investigadas para la definición de criterios de evaluación de una BPMS de libre distribución.	48
Tabla 4.2. Estructura de la lista de criterios de evaluación de una BPMS libre.	50
Tabla 4.3. Posibilidades y limitaciones de la aplicación de BPM al Departamento de Ingeniería de Sistemas como una PYME.	55
Tabla 4.4. descripción del proceso y stakeholders	57
Tabla 4.5. CARACTERIZACIÓN PROCESO PILOTO FASE A.	58
Tabla 4.6. Caracterización proceso piloto, fase B.	58
Tabla 4.7. Caracterización proceso piloto, fase C.	59
Tabla 4.8. Caracterización proceso piloto, fase D.	59
Tabla 4.9. Módulos adicionales de los procesos jBPM.	71
Tabla 5.1. métricas de ejecución y estimación del proceso de negocio piloto.	74

ABSTRACT

The high costs of BPMS (Business Process Management Suite) have driven away the paradigm of BPM (Business Process Management) from SMEs. Following this, a set of criteria was identified, based on the features and functionalities of free and commercial BPMSs, to assess and select a free distribution BPMS and then, characterize and automate the Class Planning process of the Department of Systems Engineering of the Javeriana University, chosen after an analysis of the possibilities and limitations of taking this organization as a service sector SME. Finally, and based on the case study, the applicability of BPM, along with free software tools, to SMEs of the same sector was analyzed.

RESUMEN

Los elevados costos de las BPMS (Business Process Management Suite) han alejado el paradigma de BPM (Business Process Management) de las PYMES. A raíz de esto, se identificó un conjunto de criterios de evaluación, con base en las características y funcionalidades de BPMSs libres y comerciales, para así, evaluar y seleccionar una BPMS de libre distribución y posteriormente, caracterizar y automatizar el proceso de Programación de Clases del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Javeriana, escogido tras un análisis de posibilidades y limitaciones de abordar dicha organización como una PYME del sector de servicios. Finalmente, y con base en el caso de estudio, se analizó la aplicación de BPM, mediante herramientas libres de software, en PYMES del mismo sector.

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo nace a partir de la poca penetración que metodologías empresariales, como BPM, tienen en pequeñas o medianas empresas en el contexto colombiano, e incluso latinoamericano, debido principalmente a dificultades relacionadas con costos y consecuentemente al acogimiento del paradigma por grandes compañías.

En este orden de ideas, se siguió una metodología guiada principalmente por el ciclo de vida BPM (ver sección 0), en la cual, se caracterizó y se automatizó un proceso de negocio, desde la selección de la tecnología hasta la evaluación del mismo tras la implementación.

Se inició por la conformación de una metodología de selección de una BPMS en contexto de las necesidades de una organización, que consistió en la producción de un conjunto de criterios de evaluación, basados en las características y funcionalidades de un conjunto de BPMSs libres y comerciales como Bonitasoft, Bizagi, Oracle BPMS, jBPM entre otras, produciendo así un completo formulario de evaluación de BPMS, reutilizable en cualquier contexto organizacional.

Como primer paso de la ejecución del ciclo de vida BPM, se procedió a realizar la selección rigurosa de una BPMS de libre distribución, con base en la metodología propuesta. Tras la selección de la tecnología, se caracterizó y se automatizó el proceso de Programación de Clases del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana mediante la BPMS seleccionada, a partir de un análisis de posibilidades y limitaciones de abordar dicho departamento como una PYME del sector de servicios. Esto generó un valor agregado, en primer lugar para el Departamento de Ingeniería de Sistemas, representado por la mejora de uno de sus procesos más críticos. En segundo lugar se generó un punto de referencia para la estandarización de el proceso, que puede ser extendido a los demás departamentos.

Finalmente se analizó la posibilidad de la aplicación de BPM en PYMES afines a la organización caso de estudio, tomando como base los resultados obtenidos en la evaluación del proceso implementado. Bajo este contexto, se encontró que la aplicabilidad de una metodología empresarial como BPM no depende de la dimensión de la organización. La gestión por procesos puede ser el punto de partida de las PYMES para el aumento en su competitividad.

Un ejemplo son las organizaciones del sector de servicios de base tecnológica, en donde los procesos industriales y productivos no son protagonistas, pero que dependen de modelos como CMMI para medir su capacidad y competitividad. Ante este tipo de modelos, BPM puede ser utilizado como modelo iterativo, en pro del crecimiento de la organización en términos de madurez de sus procesos de negocio brindando documentación, visibilidad, trazabilidad y eficiencia.

Este documento presenta el desarrollo del trabajo de grado *Automatización de procesos de negocio en la pequeña y mediana empresa mediante herramientas libres BPM*, el cual cuenta con cuatro componentes principales: el marco contextual (ver sección 2), en donde la problemática se pone en un contexto actual, marco teórico (ver sección 3), en donde se definen las bases teóricas del trabajo, el desarrollo del trabajo (ver sección 4 y 5), que consistió en la implementación de un proceso de negocio para el Departamento de Ingeniería de Sistemas visto como una PYME, partiendo de un análisis que muestra la viabilidad y las limitaciones de esta visión. Por último se exponen las conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro sobre el proyecto (ver sección 6).

INTRODUCCIÓN

Cualquier actividad o esfuerzo humano está gobernado por procesos. Las organizaciones se comportan de forma análoga mediante la ejecución de procesos de negocio sin importar el sector, dimensión o presupuesto. Es bien sabido que la calidad de un producto, tangible o intangible, depende directamente de la calidad del proceso que le dio origen, y por esta razón, se convierte en un objetivo primordial para las organizaciones. En este sentido surgen disciplinas que permiten el tratamiento de los procesos de negocio de una organización como BPM (Business Process Management), BPR (Business Process Reengineering), WFM (Workflow Management), BPO (Business Process Outsourcing), BPI (Business Process Improvement), entre otras [1]. Este trabajo se orienta hacia BPM que fundamentalmente se compone de tres pilares: procesos, personas y tecnología, cuya aplicación exitosa brinda beneficios que van desde el retorno de la inversión hasta un cambio en la cultura organizacional transversal a toda la organización.

Hoy en día, BPM es una disciplina que ha adquirido un gran nivel de demanda debido a los beneficios que promete y a su directa relación con TI. Según encuestas de la firma analista Gartner, Inc, la inversión en BPM se incrementó significativamente durante el año 2011, con un 54% de los encuestados planeando en invertir hasta un 5% más en BPM y un 20% planeando en invertir hasta un 10% más durante 2011 [2]. Conforman un conjunto amplio las empresas que utilizan BPM para la gestión de sus procesos: Audi Schullumberger, Nissan, Telefónica, Bancolombia, BBVA, entre muchas otras [3], pero debido a los costos en tecnología que puede implicar la implementación de BPM, este conjunto se limita a las grandes compañías. En este orden de ideas cabe preguntarse de qué manera pueden ser aprovechados los beneficios de implementar una estrategia BPM por parte de una PYME que no cuenta con la capacidad económica suficiente para la adquisición de sistemas BPM y que probablemente no se ajustan a sus necesidades ni a sus características.

Esta es precisamente la motivación principal del presente trabajo, analizar la aplicabilidad de BPM mediante herramientas libres de software, en organizaciones que no poseen una capacidad económica para adquirir una BPMS (Business Process Management Suite) con todos los servicios listos (“out of the box”), como las pequeñas y medianas empresas y que adicio-

nalmente puedan proporcionar solución a las necesidades y características particulares de una PYME.

A partir de un completo barrido del estado del arte de BPM, se caracterizó e implementó un proceso de negocio de una PYME, pasando por cada etapa del ciclo de vida BPM: Análisis y diseño, en donde se realizó la caracterización del proceso identificando sus actividades y como es llevado a cabo actualmente, dando como resultado el modelo del proceso. Configuración del sistema, en donde se realizó la selección de la BPMS de libre distribución y la implementación de mejoras para el proceso previamente caracterizado. La selección de tecnología se realizó con base en una rigurosa evaluación posibilitada por el apoyo de expertos en cada herramienta. El despliegue del proceso y la evaluación del mismo, identificando los beneficios que traería a la PYME y posibles mejoras para una siguiente iteración. Finalmente se realizó un análisis de la viabilidad de adopción de una estrategia basada en BPM para las PYMES del sector de la organización que se utilizó como caso de estudio.

1 DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 JUSTIFICACIÓN

Según Gartner Group “*los ahorros en costos que la adopción de BPM proporciona es del 20% en el primer año de despliegue*”. Tras esto se encuentran todos los beneficios que BPM promete mapeados en términos de eficiencia, agilidad, visibilidad y manejo de cambios en el negocio [4].

En este sentido es lógica la acogida que BPM está recibiendo por parte de las empresas y a raíz de esta demanda, la conformación de todo un mercado en varias perspectivas: Tecnología, consultoría e investigación. En materia de tecnología y específicamente a nivel de Software, es notorio el crecimiento a nivel de mercado. Basta con consultar los estudios anuales de Gartner Group como el *Magic Quadrant for Business Process Management Suites*.

Algo que llama la atención es la homogeneidad organizacional que implementa BPM. Una fuente que pone en evidencia dicha homogeneidad son las BPMSs que proporcionan información sobre sus clientes como Bizagi, en cuya lista de clientes se destacan empresas como Audi, Schullumberger, Nissan, Telefónica, Bancolombia y BBVA, todas ellas grandes compañías.

En un principio puede parecer lógico que solo empresas grandes busquen la estrategia y los beneficios que plantea BPM. La primera razón que sale a relucir es el presupuesto necesario para adquirir una BPMS, cuyo valor puede superar los 50.000 dólares sin contar con otras dependencias [5]. Otra razón que limita a la expansión de BPM hacia otras dimensiones de empresa son el tamaño y alcance de sus procesos pues puede pensarse que sus beneficios sólo pueden hacerse tangibles en procesos y compañías grandes.

Ante esto las pequeñas y medianas empresas se ven relegadas por las razones anteriormente expuestas y que como consecuencia originan desconocimiento sobre disciplinas de la naturaleza de BPM.

Es claro que las bondades de BPM son deseables por cualquier tipo de organización, y para el contexto de las PYMES, podrían tomarse como insumos para su crecimiento y competitividad.

Por otro lado, el auge de soluciones empresariales a nivel de software libre esta en crecimiento, y BPM no es la excepción. Existe un gran conjunto de herramientas BPM de carácter libre [6], lo cual lleva a pensar en la aplicación de esta disciplina en organizaciones que no posean los recursos suficientes para la adquisición de una BPMS, y que demanden los beneficios anteriormente mencionados.

Vale la pena entonces explorar la aplicación de BPM en una organización pequeña, mediante el uso de herramientas libres de software que reduzcan los costos y aumenten la eficiencia en la ejecución de sus procesos. Bajo este esquema nace la idea de implementar una estrategia de gestión por procesos en el contexto de las Pymes

1.2 OBJETIVO GENERAL

Implementar una solución de bajo costo, en contraste con la adquisición de una BPMS comercial, para la automatización de un proceso de negocio de una Pequeña o Mediana empresa del sector de servicios, utilizando herramientas libres BPM.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Definir un conjunto de criterios de evaluación de una BPMS, teniendo en cuenta las características de BPMSs libres y comerciales.
- ii. Seleccionar la BPMS de libre distribución que cumpla con el mayor número de criterios de evaluación definidos.
- iii. Definir un proceso de negocio piloto, basado en un proceso de negocio de una Pyme del sector de servicios y BPM.
- iv. Realizar un proceso de control y seguimiento al proceso de negocio piloto, soportado por la BPMS seleccionada.
- v. Determinar la viabilidad técnica y financiera de la aplicación de BPM en proyectos para las Pymes del sector de servicios colombianas mediante el uso de herramientas libres.

2 MARCO CONTEXTUAL

Este capítulo expone el contexto de la problemática abordada por el presente trabajo de grado, con el fin de presentar los antecedentes de los aspectos relevantes del mismo. Para tal propósito se sintetizarán algunos hechos basados en estudios de fuentes secundarias enfocados en la situación de BPM (Business Process Management) en Colombia y de la gestión de procesos en las PYMES colombianas.

2.1 ¿QUÉ ES BPM?

La literatura ofrece un gran número de definiciones de BPM, pero se tomará la expuesta en [7] debido a que engloba todos los elementos relevantes de esta disciplina: “*Business Process Management (BPM) es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio*”. Como lo expresa la anterior definición, BPM trasciende a la tecnología y se enfoca en los procesos de negocio de una organización, que pueden ser mejorados sin la necesidad de la adquisición de TI, pero si con la implantación de una cultura organizacional y buena gestión del cambio. En este sentido, BPM se enfoca en “*lograr los objetivos de una organización mediante el mejoramiento, gestión y control de los procesos de negocio*” [8].

La estrategia de BPM busca la administración, manejo y mejora de la organización por medio de la continua optimización de sus procesos de negocio, de acuerdo al ciclo cerrado iterativo: modelar, ejecutar y medir (ver sección 0). Este ciclo se apoya en herramientas tecnológicas denominadas BPMS (Business Process Management Suite) las cuales permiten el modelado ejecución y optimización de procesos de negocio. Según Gartner, la adopción de BPM ahorra un 20% de costos en su primer año de despliegue [4]. Este ahorro de costos se da gracias a los beneficios que brinda BPM, los cuales se muestran en la Ilustración 2.1. A raíz de esto, BPM se ha convertido rápidamente en una estrategia organizacional, no solo en organizaciones de base tecnológica, sino que se ha esparcido con éxito en todos los sectores de la economía.

El mapa de beneficios de BPM muestra cuatro beneficios principales: Eficiencia, Agilidad, Visibilidad y Predicción del cambio. A partir de estos beneficios se desprenden aspectos que

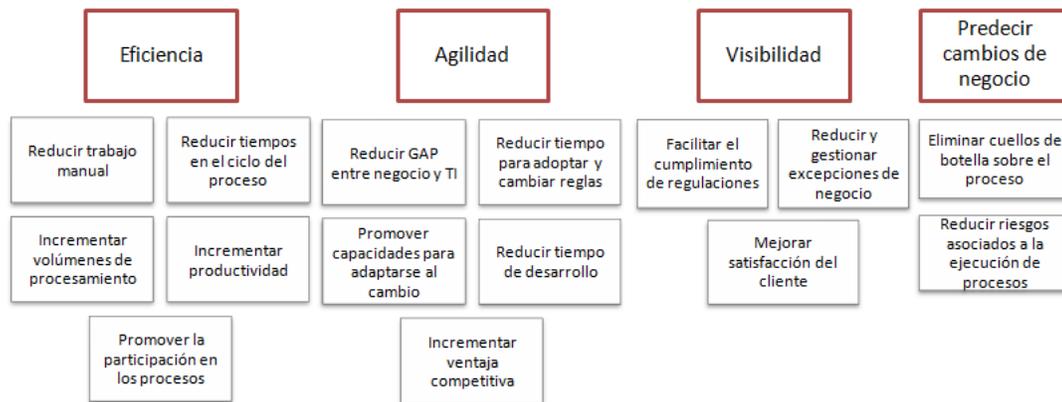


ILUSTRACIÓN 2.1. MAPA DE BENEFICIOS DE BPM. ADAPTADO DE [4] .

apoyan todos los frentes de la organización, mediante la automatización y optimización de sus procesos de negocio principalmente.

2.2 BPM EN LA ÚLTIMA DÉCADA

La esencia de BPM radica en una forma estratégica de gestionar los procesos de una organización de manera holística, y por esto, se ve especialmente impulsada por el software, que se supone debe ubicarse de manera transversal en una organización. Debido a esto, y como se mencionaba anteriormente, existe toda una gama de opciones tecnológicas para soportar los procesos de negocio de una organización, las cuales se denominan BPMS. Como consecuencia, y según encuestas realizadas por la firma analista Gartner, Inc, la inversión en BPM se incrementó significativamente durante el 2011, con un 54% de los encuestados planeando en invertir hasta un 5% más en BPM y un 20% planeando en invertir hasta un 10% más durante 2011 [2].

Con el fin de contextualizar la influencia de BPM en las organizaciones, se muestran algunos resultados de los años 2005, 2007 y 2009, contenidos en reportes del portal BPTrends, sobre el mercado de BPM para 2010, en términos de 324 empresas encuestadas, observando su dimensión, ubicación geográfica, el sector al que pertenecen, cómo entienden BPM y los gastos en esta metodología.

A nivel de dimensión la Tabla 2.1 muestra la distribución de las empresas encuestadas.

	2005		2007		2009	
Grandes	132	41%	124	46%	121	47%
Medianas	107	33%	93	34%	87	34%
Pequeñas	85	26%	55	20%	50	19%
Total	324	100%	272	100%	258	100%

TABLA 2.1. CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LAS ORGANIZACIONES ENCUESTADAS. ADAPTADO DE [9].

Con respecto a la industria o al sector productivo de las organizaciones encuestadas, el sector financiero cuenta con el mayor número de organizaciones encuestadas, con un 20% en promedio para los tres años. En seguida se encuentra el sector de servicios con un promedio de 15% del total de organizaciones encuestada en los tres años. En cuanto a ubicación geográfica Norte América cuenta con el 45% de las empresas encuestadas, Europa y Latino América con el 29% y 6% respectivamente.

El punto más relevante del estudio radica en la percepción que las organizaciones tienen de BPM y con qué enfoque utilizan la gestión por procesos; la Tabla 2.2 sintetiza este aspecto.

	2005		2007		2009	
Una metodología top-down diseñada para organizar, gestionar y medir la organización con base en sus procesos núcleo.	141	40%	110	40%	93	36%
Una aproximación sistemática para analizar, rediseñar, mejorar y gestionar un proceso específico	93	26%	79	29%	88	34%
Una iniciativa de reducción de costos enfocada en aumentar la productividad de procesos específicos	41	12%	36	13%	33	13%
Un conjunto de nuevas tecnolog-	56	16%	26	9%	22	8%

ías que hacen más fácil para TI la gestión y medición de la ejecución de workflows y aplicaciones de software de procesos						
Otra, por favor especificar	22	6%	23	8%	23	9%
Total	353	100%	274	100%	259	100%

TABLA 2.2. PERCEPCIÓN DE BPM DE LAS ORGANIZACIONES ENCUESTADAS ADAPTADO DE [9].

A nivel de costos se preguntó sobre una estimación de cuanto la organización fasta en análisis de procesos, gestión de procesos, monitoreo, reediseño y mejora. En este aspecto también se incluyeron metodologías que acompañan BPM como Lean y Six Sigma [10]. Este aspecto se sintetiza en la Tabla 2.3.

	2005		2007		2009	
\$0-\$500.000	185	57%	136	51%	136	54%
\$500.000-\$999.999	50	16%	42	16%	38	15%
\$1 millón-\$5 millones	63	10%	55	21%	52	21%
\$5 millones-\$10 millones	10	3%	10	4%	9	4%
Más de \$10 millones	16	5%	18	7%	11	4%
Más de \$50 millones	-	-	5	2%	7	3%
Total	324	100%	266	100%	253	100%

TABLA 2.3. CUÁNTO GASTAN LAS EMPRESAS EN BPM. ADAPTADO DE [9].

Como lo expresan estas estadísticas, BPM se ubica principalmente en el contexto de las grandes empresas, el sector financiero y Norteamérica, reflejando una brecha entre esta disciplina, Latinoamérica y PYMES. Se puede apreciar también que la aplicación de BPM está ligada a altos costos, siendo este el factor principal de su baja penetración en PYMES.

2.3 PYMES EN COLOMBIA Y LA GESTIÓN DE SUS PROCESOS DE NEGOCIO

En el contexto colombiano, según el artículo 20 de la ley 590 del 2000, se entiende por empresa, “*toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, en el área rural o urbana*” [11]. Según esta ley, la clasificación por tamaño empresarial (micro, pequeña, mediana y gran empresa), se realiza utilizando uno o varios de los siguientes criterios: número de trabajadores totales, valor de ventas brutas anuales, valor activos totales.

Los parámetros para clasificar las empresas en Colombia según los criterios anteriores son:

Tipo de empresa	Trabajadores	Ativos totales
Mediana empresa	51 a 200	5001 a 30000 salarios mínimos mensuales vigentes
Pequeña empresa	11 a 50	501 a 5000 salarios mínimos mensuales vigentes
Microempresa	10 o menos	Menos de 500 salarios mínimos mensuales vigentes

TABLA 2.4. PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN DE PYMES COLOMBIANAS. DATOS TOMADOS DE[9].

En el contexto económico, el comportamiento de la PYME en Colombia no es fluctuante. Por ejemplo, según el último censo realizado en 2005, en 2004 representaban el 96% de las empresas del país, generaban el 66% del empleo industrial, realizaban el 25% de las exportaciones no tradicionales y pagaban el 50% de los salarios, de acuerdo con los datos del Ministerio de Desarrollo. Para 2005, la Pyme colombiana representó alrededor del 97% de los establecimientos, casi una tercera parte de la producción y de las exportaciones no tradicionales y un 57% del empleo industrial, así como un 70% del empleo total [12]. La tendencia de las PYMES en Colombia según el sector se muestra en la Ilustración 2.2.

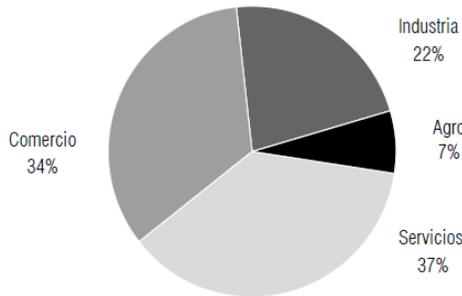


ILUSTRACIÓN 2.2. TENDENCIA DE LAS PYMES COLOMBIANAS SEGÚN EL SECTOR DE LA ECONOMÍA. TOMADO DE [13].

Las PYMES poseen características específicas que las distinguen, y que se enmarcan en términos de flexibilidad, innovación y personalización, características clave para su competitividad en cualquier sector de la economía.

Según un estudio realizado por Astrid Genoveva Rodríguez de Fundes, *“El factor que más dificulta el acceso a la tecnología, por parte de la PYME, son sus costos (punto de vista que también comparten los intermediarios), le sigue el financiamiento para acceder a la misma y la adecuación de la tecnología a las necesidades de la empresa”* [14]. La Ilustración 2.3 muestra los indicadores relacionados con el acceso a la tecnología por parte de las PYMES colombianas.

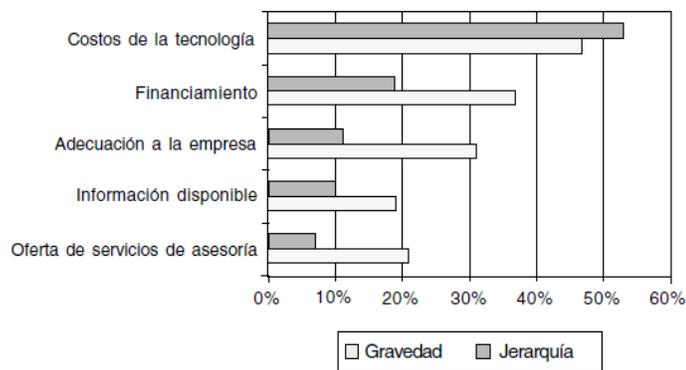


ILUSTRACIÓN 2.3. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES RELACIONADOS CON EL ACCESO A LA TECNOLOGÍA. TOMADO DE [14].

Alrededor del 66% de las PYMES han realizado inversiones para su modernización tecnológica en los últimos años, siendo el sector de servicios el más ambicioso en este sentido, con

un 77% [14]. En la Ilustración 2.4 se puede apreciar la distribución de la adquisición de tecnología por parte de las PYMES colombianas.

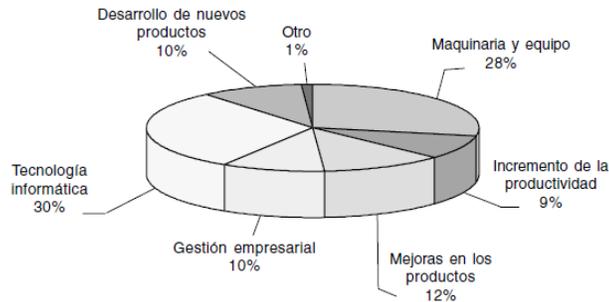


ILUSTRACIÓN 2.4. DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN DE LAS PYMES COLOMBIANAS EN TECNOLOGÍA. TOMADO DE [14].

Como se puede observar la Tecnología Informática es en donde las PYMES orientan sus inversiones en el ámbito tecnológico y como es de suponer, el aspecto de Maquinaria y equipo se ubica en el segundo lugar. Infortunadamente, aún existen algunas PYMES que incorporan en sus procesos mano de obra no calificada, uso de tecnologías obsoletas, personal con limitaciones técnicas y competitivas, entre otros factores [13]. Un estudio realizado por Leda Velázquez de la Pontificia Universidad Javeriana sobre el alcance de implantación de TI como apoyo a los procesos de las PYMES manufactureras de Bogotá, muestra que el uso que le dan estas organizaciones a recursos como internet con respecto a la automatización de procesos de negocio se encuentra en niveles bastante bajos y se concentran más en elementos triviales como correo electrónico, intercambio de datos y publicidad [15].

Estas fallas en cuanto al acceso y utilización de TI por parte de las PYMES afectan la gestión de sus procesos de negocio, la cual, es aún bastante incipiente. Según el estudio de Leda Velázquez, la información es uno de los principales factores de impacto para la integración de los procesos de negocio de una PYME. Asegura también que, dentro de las PYMES sondeadas, esta información está desligada a través de los departamentos, por lo cual se presentan problemas de ineficiencia y trabajo repetitivo. Un ejemplo es la sistematización parcial del proceso de contabilidad y el de producción, los cuales guardan gran relación en cuanto a la información que manejan. Adicionalmente, afirma que incluso en las empresas que cuentan con software empresarial o comercio electrónico, no lo utilizan de manera transversal a todos

los procesos, y la razón principal es la creencia de los pequeños empresarios que han sobrevivido sin TI en su empresa, en que esta no es necesaria y solo representa gastos adicionales, además de que es difícil de usar e implementar [15].

En otro estudio dedicado a la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas a partir del modelo CMM (Capacity Maturity Model), aplicado a empresas de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena, se encontraron los resultados contenidos en la Tabla 2.5.

Procesos críticos	<ul style="list-style-type: none"> • Producción/Operaciones • Financiero • Mercadeo y Ventas
Procesos con mayor subcontratación	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución • Tecnología
Un 20% de las empresas encuestadas cuenta con sus procesos de producción/operaciones en estado optimizado	<ul style="list-style-type: none"> • CMM nivel 5
El proceso más maduro es mercadeo y ventas	<ul style="list-style-type: none"> • 38% de concentración en estados de madurez cuantitativamente manejado y optimizado (niveles CMM 4 y 5).
El 87% de las empresas aseguró haber realizado rediseño y mejoramiento de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos tratados en este aspecto fueron los más críticos con el de producción/operaciones a la cabeza.
Razones para implementar iniciativas de mejora de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la calidad del producto o servicio • Mejora en el servicio al cliente • Disminución de costos • Implantación de tecnología • Aprovechar Internet
Metodologías usadas para el mejoramiento de procesos	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 9000 • Manufactura esbelta • Mejoramiento continuo • Reingeniería de procesos • Buenas Prácticas de Manufactura

TABLA 2.5. RESULTADOS DE DIAGNÓSTICO DE LA MADUREZ DE LOS PROCESOS EN EMPRESAS MEDIANAS COLOMBIANAS. INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE [18].

Este estudio permite inferir la iniciativa por parte de las empresas medianas en la mejora de procesos, pero es aún un reto la completa adopción de una cultura en este tema. Adicional-

mente llama la atención el desconocimiento de metodologías como BPM. Por otro lado, independiente de la metodología utilizada, la madurez de los procesos se encuentra aún en los niveles bajos de CMM (procesos manejados y definidos). A pesar de esto, también se evidencia la madurez que han adquirido los procesos críticos debido principalmente a la aplicación de técnicas de mejoramiento, lo que pone en evidencia la proporcionalidad entre madurez y estrategias de mejoramiento.

En síntesis, se abordó el estado actual de las PYMES de Colombia en términos de competitividad y gestión de procesos de negocio. A pesar de que es innegable la influencia de las PYMES en la economía colombiana, aún existen grandes retos por superar, siendo uno de ellos el de la tecnología. En pro del mejoramiento de la competitividad a nivel de PYMES, es necesario primero, desarrollar condiciones internas de las empresas con el fin de generar un contexto en las que ellas mismas puedan perfeccionarse [12]. En este sentido, las PYMES colombianas deben alinearse con las tendencias de la gerencia del siglo XXI, tomando como eje central la competitividad [13]. Para tal efecto es necesaria la exploración de nuevos enfoques, soportados por tecnología y aplicar prácticas empresariales que transmitan beneficios desde puntos de vista cuantitativos y cualitativos.

Del 2% de las PYMES colombianas que invierten en tecnología [16], tan solo algunas lo hacen en sistemas empresariales, siendo los ERP los que poseen mayor demanda. A pesar de que es una buena iniciativa gracias a la automatización de algunos procesos como el del ámbito contable y administrativo, las PYMES obtendrían grandes beneficios, no solo con la inversión en tecnología empresarial, sino en el acogimiento de disciplinas, metodologías y prácticas que se combinen con dicha tecnología y fomenten una cultura organizacional. En este sentido, BPM se acomoda frente a este requerimiento.

3 MARCO TEÓRICO

En esta sección se definen los conceptos más relevantes para el presente trabajo de grado, con el fin de enmarcar la problemática del mismo en las bases teóricas de las metodologías, estándares y prácticas utilizadas. Para tal efecto se exponen algunas definiciones, ideas y conceptos sobre estos elementos, con base en una revisión de la literatura o estado del arte de temáticas clave como PYMES, procesos de negocio, BPM, modo lado BPM, y BPMS.

3.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PYMES

Si bien en un principio muchas empresas (si no todas) iniciaron como PYMES, hoy en día cabe preguntarse sobre el crecimiento y mantenimiento que han adquirido en la economía. ¿Cuáles son las razones que han permitido este sostenimiento? Es aquí en donde entran a jugar unas características no cuantitativas que distinguen a las PYMES de las grandes empresas.

La flexibilidad en el contexto empresarial, se define como la habilidad para cambiar rápidamente de dirección o desviarse de un curso de acción predeterminado. En otras palabras es la capacidad para hacer algo de una forma diferente de la prevista inicialmente [17].

Debido al continuo cambio de la demanda en una economía, y sobre todo en tiempos recientes, esta característica es el soporte de las PYMES para su supervivencia y expansión. La flexibilidad conlleva otras características claves para una PYME. Estas características junto con los requerimientos de una PYME flexible, se resumen en la Ilustración 3.1.



ILUSTRACIÓN 3.1. RAZONES Y CONSECUENCIAS DE UNA PYME FLEXIBLE. TOMADO DE [17].

Adicionalmente las PYMES cuentan con otras características específicas, derivadas de las de la flexibilidad [18]:

- Coincidencia entre las personas propietarias y la dirección.
- El estilo de la dirección suele estar humanizado.
- Los propietarios son pocos y suelen depender parcialmente de la empresa en el terreno económico personal.
- Los intereses de los propietarios se identifican con los de la propia empresa.
- Suelen contar con una única unidad estratégica de negocio, la cual suele estar claramente determinada.
- La oferta de productos o servicios es muy especializada.
- No suelen contar con una red propia de comercialización y de distribución.
- La inversión en activos fijos es pequeña.
- Se recurre permanentemente al asesoramiento de consultores externos.

Como lo muestra la Ilustración 3.1, la flexibilidad es el eje de las características de una PYME, y de esta se derivan las otras dos características clave: la innovación y la personalización. La innovación se refiere a la capacidad de responder a cambios en la demanda mediante el cambio de enfoque o la utilización de una nueva visión sobre un producto o servicio.

Por otro lado la personalización está orientada especialmente hacia la satisfacción de prioridades y preferencias de un cliente por medio de un producto o un servicio. En su mayoría, las PYMES proveen sus bienes o servicios en nichos delimitados y bien definidos, lo cual permite orientar sus recursos y su conocimiento hacia la satisfacción puntual de una necesidad.

3.2 PROCESOS DE NEGOCIO

Los conceptos generales de BPM barridos en el presente trabajo parten del concepto de proceso de negocio, generando así la estructura de conceptos presentada en la Ilustración 3.2.

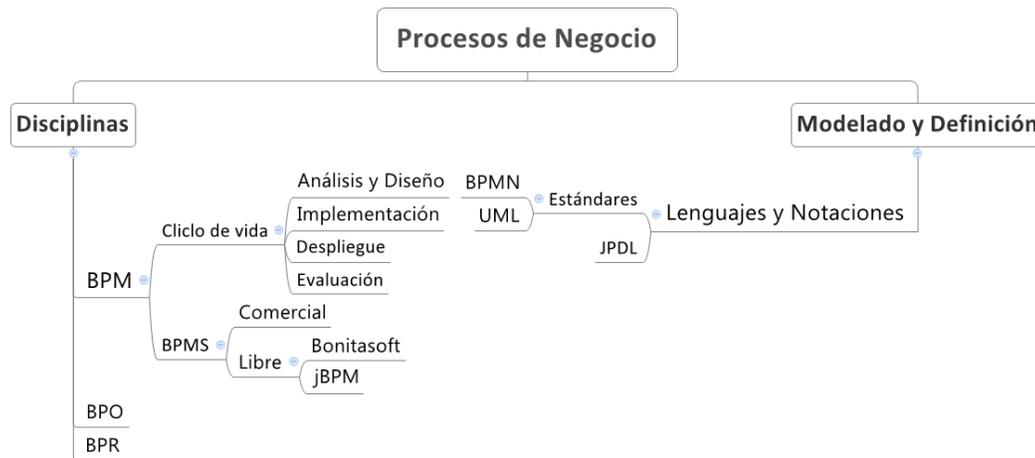


ILUSTRACIÓN 3.2. ESTRUCTURA DE CONCEPTOS DE BPM

La palabra *proceso* proviene del latín *procesus* que significa acción de ir hacia adelante [19]. Según la definición de la norma ISO 9000 un proceso “*es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan las cuales transforman elementos de entrada en resultados*” [20]. El concepto de *proceso* lo introdujo Adam Smith, al partir del principio de dividir el trabajo en tareas y llevarlas a su mínima expresión, a fin de incrementar la productividad con el argumento de que esto conlleva el aumento de la destreza del personal, elimina trabajos repetitivos y amplía la capacidad de uso de las máquinas [21]. De acuerdo a estas definiciones, el concepto de *proceso* en un sentido genérico, indica avance y transformación. La norma ISO 9000 se refiere a *elementos* para expresar el objeto de los procesos, lo cual incita a pensar que todo aquello que nos rodea está gobernado por procesos, bien sea que estos *elementos* sean productos tangibles como un electrodoméstico o intangibles como la información, pero necesariamente deben estar rodeados por un entorno dinámico regido por actividades que los inflencie de alguna manera, ya sea por la intervención de personas o de máquinas.

El concepto de *proceso de negocio* varía según el autor y el contexto en el que se use. Para el presente trabajo de grado será tomado como punto de referencia la siguiente definición: “*conjunto de actividades estructurado y medido diseñado para producir una salida específica para un cliente o mercado particular*” [1]. Para identificar un proceso de negocio basta con entender sus características principales [22] [23].

- Tiene clientes.
- Está compuesto por actividades, las cuales tienen por objetivo crear valor para los clientes.
- Posee actividades automáticas y/o humanas.
- En su mayoría involucra unidades organizacionales, responsables de todo el proceso.

La Ilustración 3.3 muestra un metamodelo que apoya la definición y componentes de un proceso de negocio.

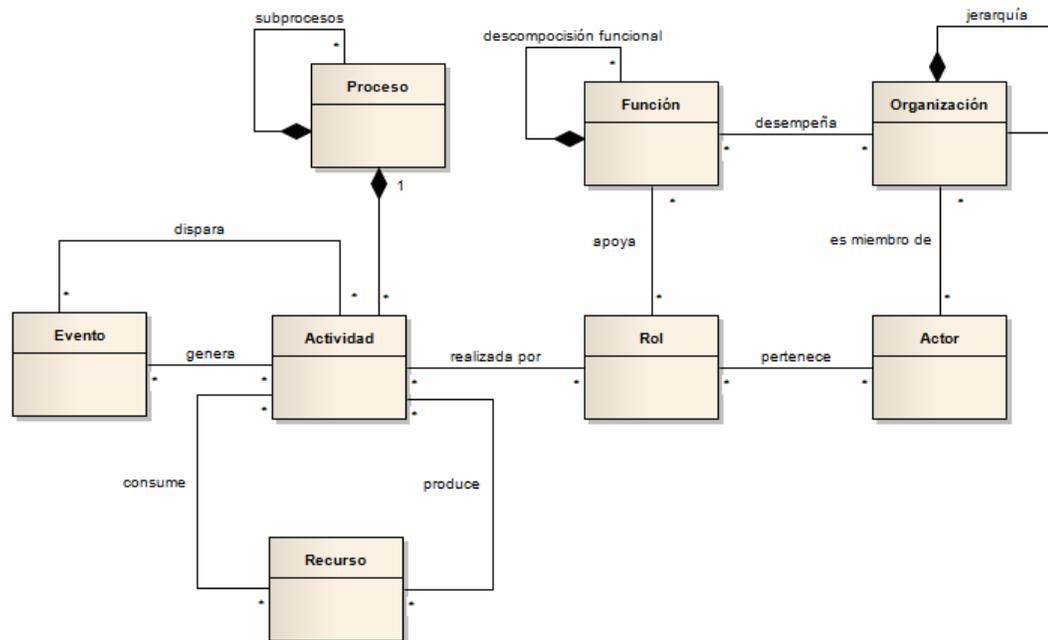


ILUSTRACIÓN 3.3. METAMODELO DE UN PROCESO DE NEGOCIO. ADAPTADO DE [24].

3.2.1 MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO

Como ya se había mencionado, BPM no es una tecnología, pero por otro lado, el modelado de procesos de negocio, uno de sus componentes principales, es soportado en gran medida por herramientas tecnológicas. El modelado de procesos de negocio se define como “*un periodo de tiempo en el que descripciones, manuales y/o automatizadas, de un proceso son definidas y/o modificadas de manera electrónica*” [25]. El modelado de procesos de negocio consiste en representarlos desde la perspectiva actual (“*as is*”) y desde una perspectiva de mejoramiento (“*to be*”) [24].

Hoy en día el alineamiento de la tecnología y la estrategia de la organización es aún un reto para muchas organizaciones. El modelado de procesos de negocio posee una íntima relación con el modelado de sistemas de información al interior de una organización, y es un principio para la alineación entre la tecnología y el negocio. Con el fin de lograr esta alineación surgen técnicas y estándares de modelado de procesos de negocio y de sistemas de información las cuales cuentan con metas y requerimientos comunes que se muestran en la Tabla 3.1.

Metas y Objetivos de Modelado	Requerimientos para Técnicas de Modelado
Apoyar el entendimiento y comunicación humana	<ul style="list-style-type: none"> •Comprensible •Comunicable
Apoyar el mejoramiento del proceso	<ul style="list-style-type: none"> •Modelar componentes de proceso •Reusable •Medible •Comparable •Apoyar la selección e incorporación de tecnología •Apoyar la evolución del proceso
Apoyar la gestión del proceso	<ul style="list-style-type: none"> •Apoyar el entendimiento y la comunicación •Permitir previsión (forecasting) •Apoyar la medición •Apoyar el monitoreo •Apoyar la gerencia •Apoyar la coordinación
Apoya el desarrollo del proceso	<ul style="list-style-type: none"> •Integrable con ambientes de desarrollo •Apoyar la documentación del proceso •Reusable
Apoya la ejecución del proceso	<ul style="list-style-type: none"> •Permitir automatizar tareas del proceso •Apoyar el trabajo cooperativo •Medición de desempeño automática •Verificar la integridad del modelo

TABLA 3.1. METAS Y REQUERIMIENTOS DEL MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO Y DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN. ADAPTADO DE [26].

Los requerimientos anteriormente especificados deben ser cumplidos por las técnicas y estándares de modelado de procesos de negocio. La muestra que el modelado de procesos de negocio es la base para su tratamiento. Las metodologías enfocadas en procesos de negocio como BPM, BPO (Business Process Outsourcing) o BPR (Business Process Reengineering) utilizan técnicas y estándares de modelado como BPMN (Business Process Modeling Nota-

tion) por medio de herramientas de software, como herramientas de modelado de procesos o BPMS (Business Process Management Suite).

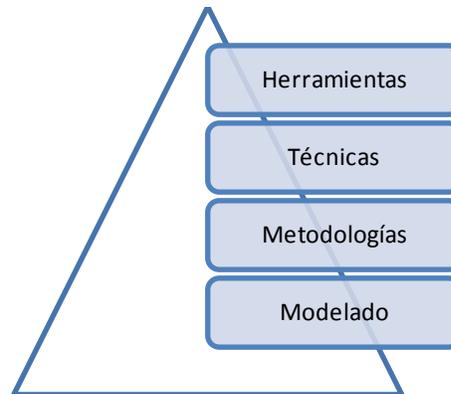


ILUSTRACIÓN 3.4. CONTEXTO DE LAS TÉCNICAS DE MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN. ADAPTADO DE [26].

Como se explicó anteriormente el modelado de procesos de negocio consiste en el análisis, diseño y documentación de un proceso de negocio. A partir de esto se genera el modelo de proceso de negocio, el cual, debe ser capaz por sí solo de representar las actividades que constituyen el proceso, quién las realiza, cómo y cuando son realizadas, cómo son ejecutadas y qué datos se manipulan en su ejecución [26].

3.2.1.1 ESTÁNDARES

BPM cuenta con una considerable cantidad de estándares para el tratamiento de los procesos de negocio, el cual va desde su modelado hasta su ejecución. La Tabla 3.2 muestra los estándares más reconocidos en esta industria, especificando la organización que le dio origen y el tipo de estándar.

Nombre	Organización	Tipo
Workflow Reference Model	WfMC	Modelo Arquitectural
Business Process Modeling Notation (BPMN)	BPMI, OMG desde 2006	Lenguaje de notación
Diagrama de Actividad UML	OMG	Lenguaje de notación
Business Process Execution Language (BPEL)	OASIS	Lenguaje de Ejecución
Business Process Modeling Language (BPML)	BPMI	Lenguaje de Ejecución
XML Process Definition Language (XPDL)	WfMC	Lenguaje de Ejecución
XLANG	Microsoft	Lenguaje de Ejecución
Web Services Flow Language (WSFL)	IBM	Lenguaje de Ejecución
Business Process Definition Metamodel (BPDM)	OMG	Lenguaje de Ejecución y/o Lenguaje de notación
Business Process Runtime Interface (BPRI)	OMG	<ul style="list-style-type: none"> • Administración y Monitoreo • Interacción humana • Integración sistemática
Workflow API (WAPI)	WfMC	<ul style="list-style-type: none"> • Administración y Monitoreo • Interacción humana • Integración sistemática
Business Process Query Language (BPQL)	BPMI	Administración y Monitoreo
Web Services Choreography Interface (WSCI)	W3C	Coreografía
Web Services Choreography Description Language (WS-CDL)	W3C	Coreografía
Web Services Conversation Language (WSCL)	W3C	Coreografía
Workflow XML (WfXML)	WfMC	Coreografía
Business Process Schema Specification (BPSS)	OASIS	Coreografía (y Colaboración)

TABLA 3.2. ESTÁNDARES BPM. ADAPTADO DE [26] [27].

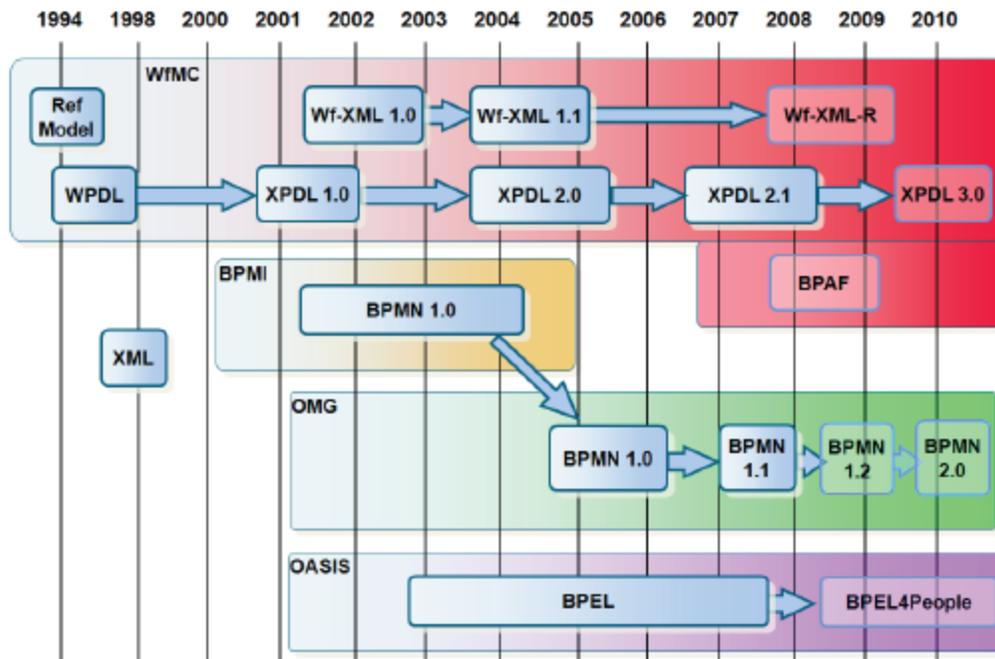


ILUSTRACIÓN 3.5. EVOLUCIÓN DE LOS ESTÁNDARES BPM MÁS RELEVANTES. TOMADO DE [24].

Actualmente BPMN es el estándar soportado por la mayoría de las BPMS y las herramientas de modelado de procesos de negocio. La razón principal radica es su mapeo a lenguajes de definición de procesos basados en XML como BPEL (Business Process Execution Language). La evolución de los estándares de modelado de procesos de negocio ha sido paulatina, tanto de modelado como de lenguajes de definición de procesos de negocio. Un claro ejemplo de esto, es el caso de BPMN y BPEL. Este hecho se puede apreciar en la Ilustración 3.5.

BPMN es un estándar de modelado de procesos de negocio que proporciona una notación gráfica estandarizada de procesos de negocio. BPMN 1.0 fue publicada en 2004 y estandarizada en 2006 por la OMG (Object Management Group). Posteriormente se publicaron BPMN 1.1 (2008) y BPMN 1.2 (2009). BPMN 2.0, la versión actual del estándar, se publicó en enero de 2011 [28]. La Ilustración 3.6 muestra el contexto en el que BPMN se encuentra en los estándares relacionados con BPM.

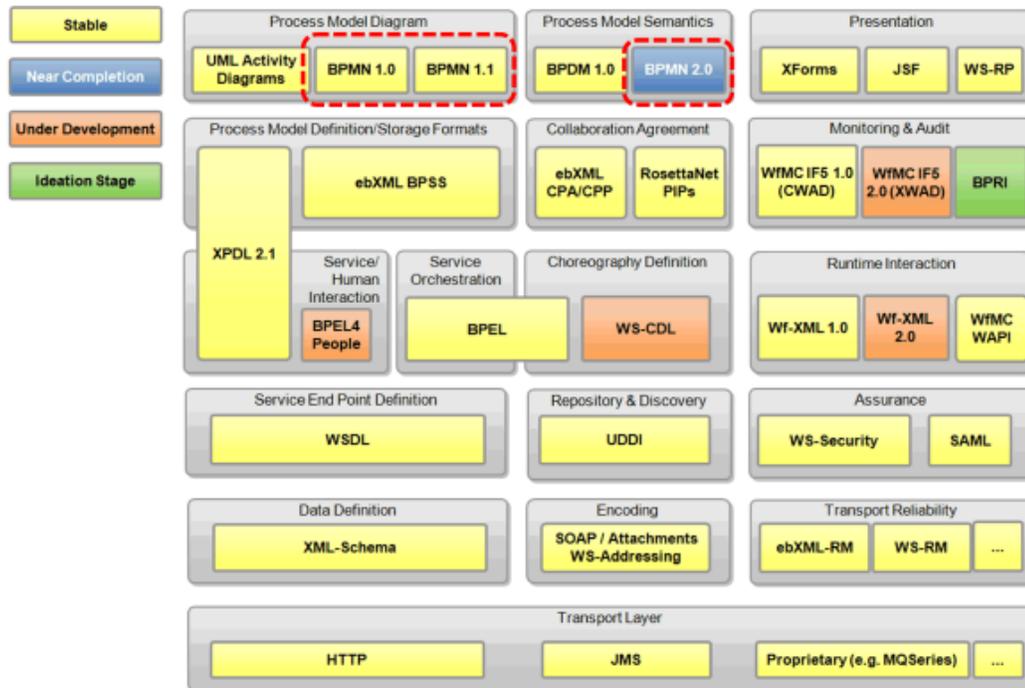


ILUSTRACIÓN 3.6. ESCENARIO DE ESTÁNDARES BPM. TOMADO DE [24].

El objetivo principal de BPMN consiste en establecer una notación universal para el modelado de procesos de negocio, soportada por todas las herramientas. BPMN busca brindar una notación legible por usuarios del negocio, desde el analista (quien realiza los primeros bosquejos del proceso) y los desarrolladores (responsables de implementarlos), hasta el personal encargado del monitoreo y control de los mismos. La [figura 3.6](#) expone los elementos básicos que proporciona BPMN y su mapeo a la notación de jBPM utilizada en el caso de estudio. Estos modelos se profundizan en la especificación del estándar, el cual se puede encontrar en el sitio oficial de la OMG [27].

Elemento	BPMN	jBPM
Inicio		
Tarea		
Decisión		
Fin		
Bifurcación		
Transición		
Subproceso		
Pool y Lane		-

TABLA 3.3. ELEMENTOS BPMN Y JBPM. ADAPTADO DE .[27] [27].

3.3 CICLO DE VIDA BPM

BPM es una disciplina que busca el mejoramiento de los procesos de negocio de una organización, y para lograrlo, requiere del refinamiento continuo de los mismos mediante la ejecución de etapas que se retroalimentan entre sí, formando un proceso cíclico que se depura con cada iteración. Cada etapa del ciclo tiene objetivos particulares que producen entradas para la siguiente etapa.

En primera instancia, cabe destacar que cada fase se compone de pequeñas iteraciones que permiten el mejoramiento continuo de las mismas y en consecuencia de todo el ciclo de vida.

El ciclo de vida BPM es presentado de diferentes maneras en la literatura, pero se acogerá y complementará la representación expuesta en [29], agregando las subfases, buenas prácticas y posibles fallas propuestas en [24] y los retos identificados en [30] de cada fase del ciclo expuesto en la Ilustración 3.7.

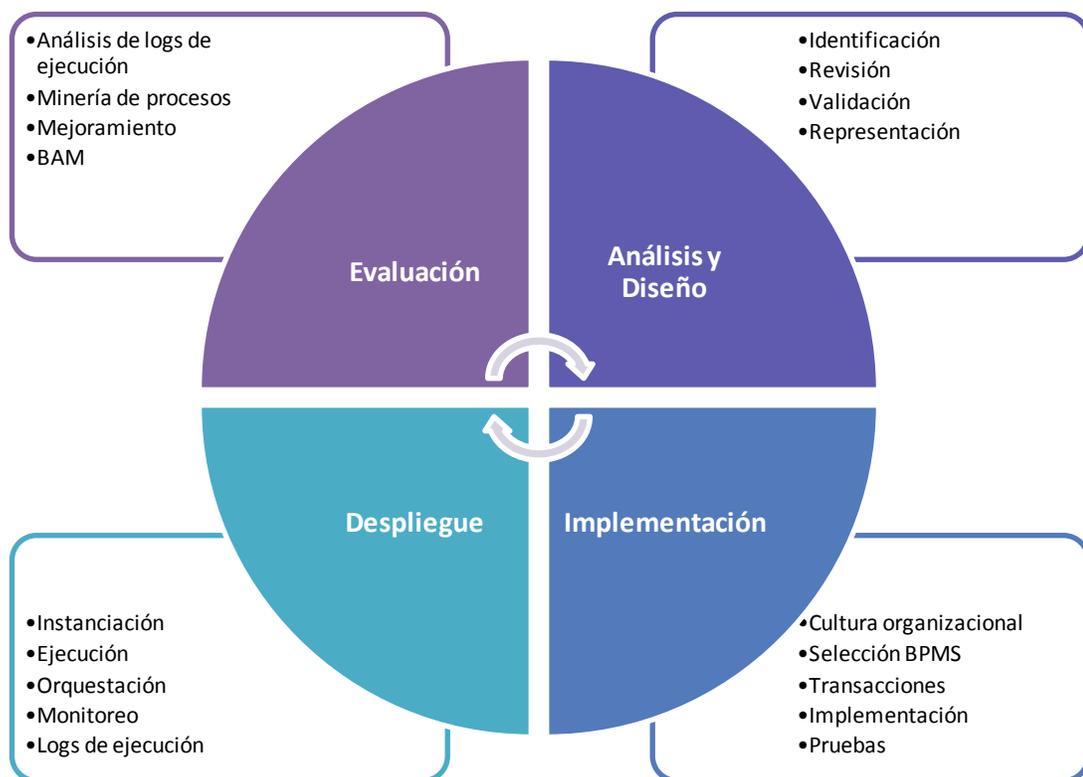


ILUSTRACIÓN 3.7. ITERACIONES AL INTERIOR DEL CICLO DE VIDA DEBPM. TOMADO DE [24].

3.3.1 ANÁLISIS Y DISEÑO

Esta etapa consiste en el análisis riguroso del estado actual del proceso de negocio (proceso “*as-is*”) en su contexto técnico y organizacional. Debido a esto, se requiere una comunicación fuerte con el área gerencial de la organización, que puede aportar una visión holística de la misma, aunque esta comunicación depende también de la aproximación utilizada por el analista la cual puede ser *top-down*, en cuyo caso se empieza por el mapa de la organización, o *bottom-up*, en donde se plantea una comunicación directa con miembros de la organización [30].

El objetivo principal de esta fase es brindar visibilidad al proceso y así lograr que este sea entendido e interiorizado por todos los *stakeholders*. En otras palabras en esta etapa se definen los requerimientos de la organización con respecto al proceso.

- Subfases
 - El *Modelado de procesos de negocio* se usa en esta etapa para representar gráficamente los procesos de negocio. Para esto, se utiliza alguna técnica de modelado de procesos de negocio (ver sección 3.2.1). Estas son algunas recomendaciones para la representación del estado original del proceso:
 - Diagramas BPMN con el fin de definir el orden de las actividades.
 - Diagramas de actividad para definir la asignación de tareas.
 - Diagramas de estado con el fin de captar los estados de los elementos del proceso.
 - La *Validación* de los modelos es necesaria para asegurar la calidad de los mismos. Para validar los modelos de procesos se pueden utilizar los siguientes mecanismos:
 - Si se acoge algún estándar o técnica de modelado, se debe validar la sintaxis del modelo. Normalmente las herramientas de modelado de procesos asisten esta tarea. Otra opción es la serialización del modelo en lenguajes basados en XML, como BPEL o XPDL para su autovalidación [31].
 - *Workshops*, en donde se discute el proceso con los *stakeholders* [29].

- La *Simulación* apoya el proceso de validación representando la ejecución de una instancia del proceso. Permite validar el comportamiento del proceso y parametrizar su ejecución. Hoy en día las BPMS de vanguardia ofrecen esta funcionalidad.
- Retos
 - ❖ Desde el punto de vista del negocio, el aseguramiento de la precisión y completitud de los modelos de proceso resultantes, pues no hay manera de asegurarlas.
 - ❖ Desde el punto de vista técnico, si no se tiene un completo entendimiento del proceso y sus objetivos, se pueden malinterpretar las mejoras requeridas y utilizar de manera equivocada la BPMS.
- *Buenas Prácticas*
 - ✓ Identificar expertos de cada área de la organización que el proceso afecta.
 - ✓ Utilizar las técnicas de modelado más pertinentes para en beneficio de los *stakeholders*.
 - ✓ Preguntarse más de una vez el “¿Por qué?” del proceso, para así comprender su verdadero alcance.
 - ✓ Asegurarse de identificar los problemas específicos del negocio.
 - ✓ Construir un esquema de la visión de la aplicación a corto, mediano y largo plazo.
- Posibles Fallas
 - ✗ Intentar representar todos los posibles caminos del proceso, todas las excepciones y todas las actividades. A esto se le conoce como "parálisis por análisis".
 - ✗ Intentar crear una especificación de requerimientos definitiva. En un proyecto BPM una especificación de requerimientos es irrelevante

3.3.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Esta etapa está enfocada en el sistema que soportará el proceso el cual corresponde a una BPMS. El proceso debe ser modelado en la herramienta en donde se deben plasmar los requerimientos encontrados en la etapa anterior (“*to-be process*”).

La etapa de *configuración* depende en gran parte de la tecnología que se seleccione y de los lenguajes de ejecución y notaciones de procesos de negocio que soporte dicha tecnología, pues un aspecto importante es cómo la BPMS se comunicará con los sistemas internos y ex-

ternos a la organización. Esta comunicación entre sistemas es una de las razones del surgimiento de estándares BPM tanto en el modelado como en la ejecución de procesos.

Esta etapa se conoce también como la de *implementación* pues requiere realizar cambios de tipo programático.

- Subfases
 - El *Flujo del Proceso* debe representar el proceso mejorado (“*to-be process*”) para ser desplegado en la BPMS.
 - La *integración* de sistemas externos es fundamental para una organización pues garantiza la confiabilidad y, disponibilidad y unificación de la información. Las BPMS proporcionan mecanismos para la integración de aplicaciones externas. El principal mecanismo de integración se realiza mediante el uso de arquitecturas orientadas a servicios SOA, que brindan seguridad, velocidad y flexibilidad en dicha integración [32]. A nivel de infraestructura la manera más adecuada de realizar la integración es mediante un Bus de Servicios que orqueste las aplicaciones involucradas en el proceso.
 - El diseño de la *Interfaz gráfica* es importante para el cambio que se va a emprender en la organización ya que debe poseer un alto grado de usabilidad.
 - La definición de *Métricas* es un insumo para la etapa posterior del ciclo de vida, pues estas métricas deberán ser recolectadas durante la ejecución del proceso. En esta etapa, se debe establecer qué métricas se tomarán, quién tendrá acceso a ellas y cómo serán presentadas.
 - El *Control* del proceso consiste en establecer los momentos relevantes del proceso con el fin de que sean mejorados posteriormente.
- Retos
 - ❖ La brecha existente entre el negocio y la tecnología ocasiona la variación entre los modelos generados en la etapa de diseño y su mapeo al lenguaje de ejecución en la BPMS.
 - ❖ Las limitaciones en cuanto a la exportación de los modelos entre las herramientas de modelado de procesos de negocio utilizadas por los analistas y las BPMS configuradas por los desarrolladores.

- *Buenas Prácticas*
 - ✓ Establecer medios de comunicación entre el equipo y la organización para la colaboración mutua.
 - ✓ Hacer entender a los usuarios finales que no se trata de una única entrega, sino que se trata de un proceso iterativo de mejora continua.
 - ✓ Realizar varios modelos en la BPMS para así llegar al que mejor se ajusta a la organización, en lugar de transformar el modelo generado en la etapa de descubrimiento.
 - ✓ Separar el "happy path" y el manejo de excepciones en la primera iteración.
 - ✓ Priorizar las excepciones.
 - ✓ Catalogar las excepciones según su prioridad.
 - ✓ Realizar una evaluación de las métricas definidas y su correspondencia con los objetivos de la organización.
 - ✓ Presentar el sistema a todos los stakeholders y no solo a los gerentes.
 - ✓ Considerar los datos y los documentos como detalles del proceso.
 - ✓ Integrar aplicaciones externas por medio de servicios web.
 - ✓ Seleccionar una BPMS consistente para todos los usuarios.
- *Posibles Fallas*
 - ✗ Realizar toda la implementación del proceso en la primera iteración.
 - ✗ Prestar un bajo nivel de atención al manejo de fallos.

3.3.3 DESPLIEGUE

Tras la *configuración* de la BPMS, el proceso debe ser desplegado y puesto en marcha en la organización. Cuando esto ocurre, inicia un proceso de monitoreo y control que consiste en la toma de métricas relevantes para el proceso como tiempo y costo del mismo. Normalmente la toma de métricas es un proceso automatizado por la BPMS, pero deben ser analizadas, principalmente por la gerencia, con el fin de hallar puntos de mejora. Para tal efecto se realizan pequeñas iteraciones de evaluación de métricas y retroalimentación.

- Subfases
 - ❖ El *Monitoreo y control* es una pieza clave en el despliegue del proceso en la organización ya que de este depende la mejora del proceso. Para este proceso, existe una disciplina especializada denominada Business Activity Monitoring (BAM), que

según Gartner, se define como proveedor de “*acceso en tiempo real a los indicadores críticos del desempeño del proceso para mejorar la velocidad y efectividad de las operaciones de negocio*” [30]. Elementos como los *dashboards* apoyan el *monitoreo* y *control* mediante el reporte de KPIs (Key Performance Indicators), como por ejemplo los recursos consumidos y los tiempos de entrega. Esta información es dirigida a la gerencia para su análisis y posterior mejora del proceso [32].

- *Retos*
 - ❖ Desde el punto de vista de negocio, la implementación de BAM en la BPMS, pues aún requiere de productos externos principalmente en las de carácter libre. Esto ocasiona que no exista una completa adaptación de esta estrategia en el entorno organizacional.
 - ❖ Desde el punto de vista técnico varias compañías aún no poseen una manera efectiva de recoger y procesar las estadísticas relevantes del proceso pues a pesar de que reconocen la importancia de este aspecto, desconocen de técnicas especializadas en el mejoramiento de procesos como BAM, Six Sigma, entre otras.
- *Buenas Prácticas*
 - ✓ Proveer mecanismos para modificar la ejecución del proceso al gerente o al rol de mando en el proceso.
 - ✓ Asegurar la creación de *dashboards* apropiados para cada nivel de la organización.
- *Posibles Fallas*
 - ✗ Reportar datos irrelevantes para los participantes del proceso.

3.3.4 EVALUACIÓN

La *Evaluación* del proceso es la piedra angular de su mejoramiento y marca el inicio de una nueva iteración. Esta etapa es también conocida como *Optimización*, pues precisamente el objetivo es mejorar el proceso, por indicadores cuantitativos o cualitativos.

Esta etapa utiliza las métricas recogidas en la etapa anterior con el fin de tener un punto de referencia para el mejoramiento del proceso. También cobran especial importancia los logs de ejecución del proceso que se convierten en un insumo importante del análisis del proceso. La minería de procesos es una técnica especializada en el análisis de dichos logs y pretende reconstruir procesos, encontrar patrones en su ejecución, identificar cuellos de botella etc.

- Subfases
 - ✘ La *Simulación* apoya la evaluación del proceso, identificando aspectos de mejora, antes de un nuevo despliegue.
- Retos
 - ❖ La limitación de las compañías a la simulación del proceso como único mecanismo de mejoramiento teniendo en cuenta que existen técnicas más refinadas para este fin como BAM.
- Buenas Prácticas [24]
 - ✓ Asegurar la accesibilidad de la herramienta a cada componente del proceso.
 - ✓ Medir no solo los recursos consumidos por cada tarea, sino en general de los diferentes caminos que puede tomar el proceso.
- *Posibles Fallas* [30]
 - ✘ Usar la simulación como único mecanismo de mejora.
 - ✘ Evitar modelos de simulación determinística, pues puede llevar a asunciones erradas sobre el estado global del proceso.

3.4 ¿QUÉ ES UNA BPMS?

La firma analista Gartner introdujo la idea de BPMS (Business Process Management Suite) para capturar un conjunto de funcionalidades de una plataforma empresarial BPM. Estas funcionalidades incluyen soporte para procesos estructurados y no estructurados, tareas humanas, formularios y documentos, reglas y políticas, roles y responsabilidades, estructuras organizacionales, colaboración, eventos de negocio, integración con servicios de software, monitoreo y administración de procesos [33]. La Ilustración 3.8 muestra la arquitectura típica de una BPMS.

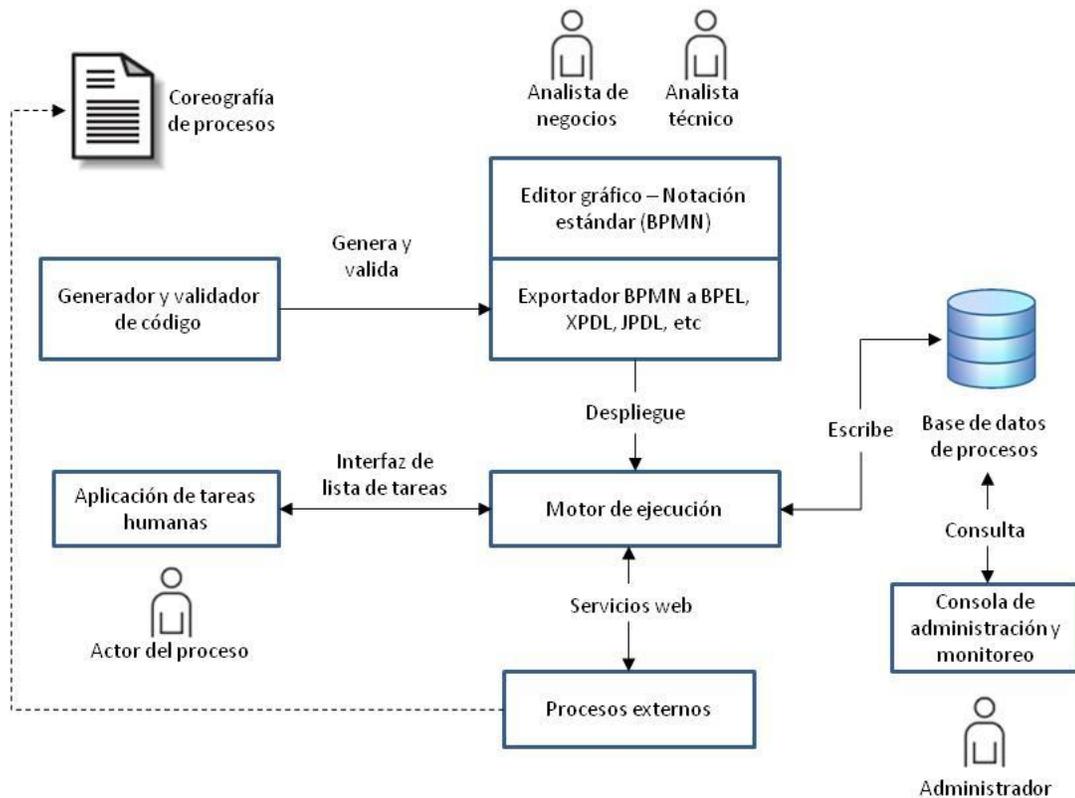


ILUSTRACIÓN 3.8. ARQUITECTURA TÍPICA DE UNA BPMS. ADAPTADO DE [34].

3.5 TRABAJOS RELACIONADOS

La gestión por procesos de las empresas no es un tema nuevo, principalmente en lo que tiene que ver con su aplicación a grandes empresas. A nivel de PYMES los casos son menos abundantes, sobre todo en el contexto latinoamericano, aunque, en contraparte, Europa es en donde más estudios, publicaciones y casos de estudio de BPM se encuentran, inclusive a nivel de PYMES. A continuación se sintetizan los trabajos relacionados más relevantes para el presente trabajo de grado, rescatados de la literatura barrida.

3.5.1 EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS DE MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS [35]

Estudio especializado en PYMES, SMes por sus siglas en inglés, que busca establecer un framework de comparación entre metodologías de modelado de procesos de negocio en con-

texto de las características particulares de las PYMES. El alcance de este estudio cubre únicamente el modelado de procesos de negocio, teniendo en cuenta las categorías de objetivos del modelado de procesos: comunicación, análisis y control. Cabe resaltar que el contraste entre las distintas metodologías fue realizado con base en experiencias de usuario. Los resultados del estudio arrojaron a RAD (Rapid Application Development), Flow Chart y DFD (Data Flow Diagram) como las más indicadas para el modelado de procesos de negocio en PYMES.

3.5.2 MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO ORGANIZACIONAL [36]

Un framework de gestión del conocimiento basado en el Modelado de Procesos de Negocio para PYMES. Presenta entonces un método para la formalización del conocimiento de una organización, basado en sus procesos de negocio. El método se compone de las siguientes fases: 1) Modelado del Negocio, que consiste en un barrido y acuerdo sobre todo el conocimiento poseído por la organización, para lo cual se recomienda el uso de un lenguaje de modelado de procesos de negocio como UML o BPMN y, de esta manera, formalizar dicho conocimiento. 2) Modelado del Sistema, en donde se toman decisiones de ámbito técnico referente a la tecnología que soportará la metodología y el mapeo de los conceptos de los procesos de negocio a la implementación del sistema. 3) Implementación del Sistema, en donde se implementan las decisiones tomadas en la fase anterior, las cuales s debe ver reflejadas en un sistema ejecutable. En cuanto a herramientas se recomiendan:

- Uniframe.
- MOdeling TOol for Grid and Agent Services (MOTO-GAS).

3.5.3 INVESTIGACIÓN Y DISEÑO DE UN MODELO DE FLUJO DE DOCUMENTOS BASADO EN EL MOTOR DE WORKFLOW DE JBPM [37]

Modelo en donde se mapean los elementos de la notación JPDL de jBPM y los objetos involucrados en la ejecución de un modelo en dicha notación al proceso de flujo de documentos genérico. La aplicación del modelo propuesto requiere un alto componente programático. Gracias a que está basado en el lenguaje Java y consecuentemente en la programación orien-

tada a objetos cuenta con las siguientes características: interoperabilidad, extensibilidad y adaptabilidad.

3.5.4 MODELADO COLABORATIVO DE PROCESOS E-BUSINESS: UN FRAMEWORK DE ANÁLISIS HOLÍSTICO CENTRADO EN PYMES [38]

Presenta un framework de análisis para el modelado colaborativo de procesos entre PYMES, con el fin de integrarlas a través de la comunicación de procesos con base en BPM y SOA, y así, aumentar la competitividad de las organizaciones y repotenciar las características de las PYMES que las diferencian de las grandes compañías como la especialización e individualidad, flexibilidad, especialización, personalización entre otras. Se recomienda el modelado de procesos en BPMN ya que reúne ideas de varias notaciones en un solo estándar. El framework se basa en cuatro perspectivas: de usuario, financiera, de procesos y de innovación y aprendizaje.

4 DESARROLLO DEL TRABAJO

En esta sección se expone la implementación de un proceso de negocio para una PYME, desde la selección de la tecnología a utilizar, pasando por las etapas del ciclo de vida BPM, hasta la evaluación y propuesta de mejora del proceso. En primera instancia, se expone la metodología utilizada para una completa evaluación y selección de la herramienta BPM a utilizar. Posteriormente la descripción del proceso de negocio a implementar, su modelado e implementación y por último los resultados obtenidos.

4.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UNA BPMS

Hoy en día las organizaciones requieren herramientas tecnológicas alineadas con su negocio. Es por esto que surge la necesidad de establecer un proceso de evaluación lo suficientemente riguroso para seleccionar la herramienta más indicada para la organización y por esta razón, se tomo como base la fase de estructuración (ver Ilustración 4.1) enmarcada en el proceso de alineación entre el negocio y TI [39] para la conformación de una metodología de evaluación y selección orientada a un tipo de herramienta de software particular, para este caso de estudio consiste en una BPMS de libre distribución.

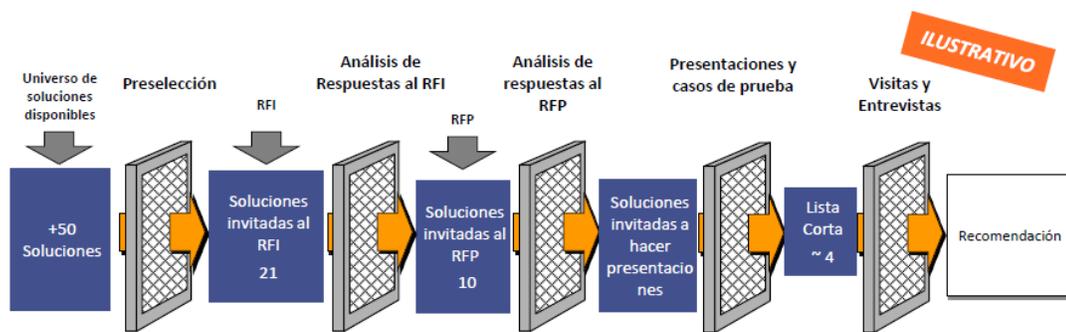


ILUSTRACIÓN 4.1. METODOLOGÍA DE FILTRADO PARA LLEVAR A CABO UNA RECOMENDACIÓN DE UNA SOLUCIÓN. TOMADO DE [39].

4.1.1 DEFINICIÓN DEL CONJUNTO DE BPMS A EVALUAR

La selección de una herramienta tecnológica inicia por la identificación de sus componentes, funcionalidades principales y beneficios, para lo cual, son útiles las publicaciones realizadas por compañías especializadas en estas herramientas. Para el caso concreto de una BPMS,

Gartner y Forrester son compañías que publican estudios periódicamente sobre este mercado. Concretamente, Gartner publica el *Magic Quadrant for Business Process Management Suites* y Forrester *The Forrester Wave: Business Process Management Suites*. El objetivo primordial de estas publicaciones es proporcionar el estado actual del Mercado de las BPMS, los proveedores y las herramientas más destacadas según sus estudios evaluativos. A partir de esta información y de las necesidades de la organización, se pueden definir criterios que justifiquen el conjunto de BPMS a evaluar.

Contando con los criterios de selección de las herramientas a evaluar, se procede a conformar un conjunto de herramientas potenciales a ajustarse al problema a resolver y al contexto organizacional. Al realizar esto, es importante complementar las fuentes de información con la documentación y BPMS a evaluar.

4.1.2 DEFINICIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En esta etapa se define un conjunto de criterios de evaluación de una BPMS libre. Estos criterios se basan en los servicios y facilidades que deben proveer este tipo de herramientas. Existen organizaciones que se dedican a evaluar herramientas tecnológicas, por ejemplo *Technology Evaluation Center*, cuyo servicio de evaluación de una BPMS inicia en 675 dólares [40] y la venta del formulario de evaluación en 190 [41].

La definición de criterios de evaluación consiste en su extracción de fuentes relevantes en el ámbito de BPMS. Las fuentes de información consultadas para la definición de criterios se enuncian a continuación:

- i. Se tomó como base el material bibliográfico referente a BPMS, principalmente lo referente a los diferentes servicios que ofrecen tanto las herramientas libres como propietarias, consignados en su documentación (*brochures* y especificaciones técnicas), con el fin de asegurar la completitud de la evaluación. Las BPMS exploradas para este proceso se muestran en la Tabla 4.1.
- ii. Cuadro de funcionalidades de la BPMS Bonita Open Solution (BOS), provisto por Gattaca Outsourcing,, una organización partner de Bonitasoft, en el que se encuentra una completa lista de funcionalidades de BOS [42] y que se basa en la plantilla RFP de *Technology Evaluation Center*.

BPMS	Libre	Propietaria
Bizagi Xpress 9.1.8		X
Bonita Open Solution 5.5	X	
IBM Process Manager Express 7.5		X
jBPM 3.X	X	
Metastorm BPM 7		X
Oracle BPMS 11g		X
SAP Netweaver 7.1		X

TABLA 4.1. HERRAMIENTAS BPM INVESTIGADAS PARA LA DEFINICIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE UNA BPMS DE LIBRE DISTRIBUCIÓN.

- iii. Estudios afines a BPMS como el *Magic Quadrant for Business Process Management Suites* de 2010 publicado por Gartner y *The Forrester Wave: Business Process Management Suites, Q3 2010* publicado por Forrester.
- iv. Muestra de plantilla RFP de *Technology Evaluation Center* (Disponible en [41]).

El resultado de esta etapa es un formulario en el que se consignan todos los criterios extraídos de las fuentes anteriormente enunciadas (ver *Anexo 1. Formulario de evaluación de BPMS*), con el cual se puede proceder a evaluar el cumplimiento de cada criterio por cada herramienta y así poder contrastarlas y definir cuál es la mejor solución.

4.1.3 DESCRIPCIÓN DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN

El formulario esta realizado en un archivo Excel y está conformado por tres (3) partes, cuyos componentes se detallan a continuación.

i. Leyenda

La leyenda se refiere a dos tablas de referencia requeridas para proceder a la evaluación. Estas tablas se adoptaron de una muestra del *Business Process Management (BPM) RFP (Request for Proposal)/RFI (Request for Information)* [41].

En primera instancia se encuentra la tabla que contiene los posibles valores de cada criterio de evaluación- Por medio de esta tabla es posible asignar un valor a cada criterio, según el

cumplimiento que tenga la BPMS con respecto a este criterio. Por ejemplo, Si el editor de diseño está incluido en la herramienta, se le asignaría un valor de 100 (*Supported*).

En segunda instancia se encuentra la tabla de prioridades para cada criterio. Cada valor de prioridad corresponde a un rango de valores, según su importancia para el proyecto en el que se va a hacer uso la BPMS. Por ejemplo, el editor de diseño es fundamental para el modelado de un proceso de negocio, por tanto se le asignaría una prioridad de 9 o 10 (*Must Have*).

ii. Lista de criterios de evaluación

Esta lista contiene el conjunto de criterios de evaluación, extraídos de las fuentes de información mencionadas en la sección 4.1.2. A cada criterio se le debe asignar tanto su valor de cumplimiento como su prioridad, contenidos en las tablas de leyenda.

La lista de criterios de evaluación está dividida en categorías, en donde cada una representa un componente o servicio fundamental que una BPMS debe ofrecer. A su vez cada categoría engloba un conjunto de subcategorías hasta llegar a un conjunto de criterios atómicos y objetivos, fácilmente evaluables.

La estructura de la lista de criterios se expone a continuación.

Categoría	Descripción	Subcategorías
Modelado de procesos	Se refiere a las facilidades que posee la herramienta para el diseño de procesos por parte del usuario.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñador gráfico • Workflow • Eventos • Reglas de negocio • Modelado de Datos
Manejo de Seguridad	Módulo de seguridad de la herramienta. Incluye roles de usuario, perfiles de usuario, autenticación, autorización, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Roles y Usuarios • Gestión de Roles • Perfiles de Usuario • Temporizadores
Colaboración	Trata los aspectos de colaboración entre usuarios en la ejecución de un proyecto BPM.	<ul style="list-style-type: none"> • Check-in/Check-out • Versiones • Simulación/Validación

Manejo de Formularios	Facilidades y servicios para la elaboración de formularios necesarios para la ejecución del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de formularios
Portal de tareas	Fundamentalmente es la interfaz de interacción entre el proceso y el hombre. Por ejemplo es donde se despliegan las tareas, notificaciones y formularios.	-
Monitoreo y control	Se refiere a la administración de las instancias del proceso y al monitoreo del estado de las mismas.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de instancias • Monitoreo
Análisis de procesos	Se refiere a la toma de métricas que apoyan el análisis del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de desempeño • Análisis de tendencias
Tecnología del producto y soporte	Comprende todo lo referente al soporte de estándares y al soporte técnico brindado por la herramienta.	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma tecnológica • Soporte • Desarrollo • Ejecución • Red social BPM

TABLA 4.2. ESTRUCTURA DE LA LISTA DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE UNA BPMS LIBRE.

4.1.4 SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Teniendo los criterios de evaluación y el conjunto de BPMS listo, se procede a realizar el proceso de evaluación, que para el caso de una herramienta tecnológica, se conoce como un RFI. Un RFI lo realiza la organización para obtener información sobre los productos en la fase de planeación de un proyecto [43].

Los beneficios de realizar una evaluación de tecnología previa son:

- Conocer las funcionalidades de una herramienta.
- Ahorro en costos, pues no es necesario adquirir la herramienta.
- Ahorro en tiempo y recursos tecnológicos, pues no es necesario desplegar la herramienta.

4.1.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el fin de que el proceso de evaluación fuera del todo objetivo, se optó por la utilización de un método cuantitativo en la producción de los resultados basado en el promedio pondera-

do para cada categoría de criterios con el fin de poder contrastar cada grupo de requerimientos incluidos en la evaluación. Dicho promedio esta definido por la siguiente expresión.

P_{ij} → *Prioridad del criterio i de la categoría j*

V_{ij} → *Valor del criterio i de la categoría j*

p → *Promedio ponderado de una categoría de criterios*

$$p = \frac{P_{11} \times V_{11} + P_{21} \times V_{21} + P_{31} \times V_{31} + \dots + P_{i1} \times V_{i1}}{V_{11} + V_{21} + V_{31} + \dots + V_{i1}}$$

Por último se promediaron los valores obtenidos para cada categoría, obteniendo el valor total para cada BPMS. El valor mayor determina cual es la herramienta más apropiada para la implementación.

4.2 AUTOMATIZACIÓN DE UN PROCESO DE NEGOCIO DE UNA PYME

Esta sección describe la implementación de un proceso de negocio piloto basada en el ciclo de vida de BPM, siguiendo la descripción dada en la sección 0.

Se inicia entonces con una justificación de la selección del proceso de negocio y de la organización que lo posee, de acuerdo a su nivel de ejecución por parte del sector de la misma. Tras la justificación del proceso de negocio piloto, se describe el levantamiento de información del proceso de negocio piloto. De acuerdo a la descripción y caracterización del piloto, se expone el modelo de proceso de negocio resultante. Posteriormente, se presenta la evaluación y selección de una BPMS libre, de acuerdo al proceso previamente descrito en la sección 4.1 y contando con el modelo como insumo, se describe el proceso de implementación del mismo, incluyendo la configuración de la BPMS requerida para dicha implementación. Finalmente se exponen las pruebas sobre el proceso de negocio y los resultados obtenidos, con el fin de sentar las bases de una nueva iteración, y su aprobación por parte de un experto perteneciente a la organización.

4.2.1 DEFINICIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO

La selección de la organización se realizó con la intención de escoger un proceso de negocio que fuera común en el sector, o al menos en el nicho de la misma, con el fin de poder genera-

lizar la solución propuesta a las demás organizaciones. Para esta selección se contó con dos procesos candidatos:

- Automatización del cálculo del presupuesto de un proyecto de diseño gráfico de la PYME Jaguar Taller Digital S.A. Se conversó con el gerente de esta organización, pero se llegó a la conclusión que su necesidad debía empezar siendo atendida por una herramienta de gestión de proyectos.
- Automatización, mejora y centralización de la información del proceso de programación de clases del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual por su estructura puede ser visto como una PYME.

En este orden de ideas se seleccionó el segundo proceso, pues en primer lugar, lo llevan a cabo todos los departamentos de la PUJ y en segundo lugar contiene elementos de mejora útiles para cualquier tipo de organización como es la unificación y el aseguramiento de la información, que por lo general son problemas que se presentan en las PTMES, principalmente en sus inicios.

4.2.1.1 ANÁLISIS ORGANIZACIONAL Y LIMITACIONES

El Departamento de Ingeniería de Sistemas *“es una unidad académica de la Facultad de Ingeniería cuyo quehacer está íntimamente relacionado con el desempeño y el desarrollo profesional en ingeniería de sistemas”* [44]. El Departamento cuenta con algunas características que permiten que sea abordado como la organización caso de estudio del trabajo, aunque cabe mencionar que también existen algunas limitaciones al compararlo con una PYME.

La estructura del Departamento de Ingeniería de Sistemas mostrada en la ILUSTRACIÓN 4.2 y, según la clasificación de las empresas en Colombia (ver Tabla 2.4), este puede ser visto como una PYME, ya que cuenta con más de once (11) y menos de cincuenta (50) empleados. Adicionalmente, no posee los recursos económicos suficientes para la adquisición de una herramienta de TI que apoye la gestión de sus procesos y hasta la fecha no se lleva a cabo ningún tipo de estrategia que permita gestionar el proceso de manera adecuada.

Por otro lado los procesos del departamento tienen semejanza con los de una PYME, en cuanto a complejidad extensión, volumen de personal involucrado, tecnología utilizada.

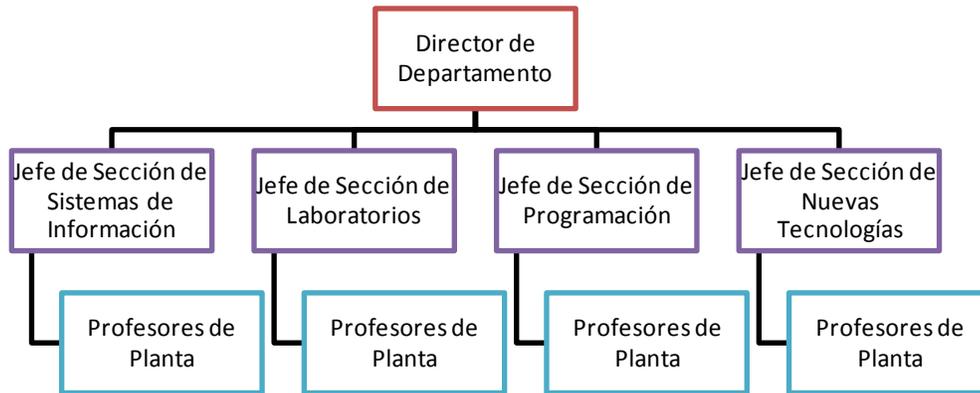


ILUSTRACIÓN 4.2. ESTRUCTURA GENERAL DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS.

A pesar de lo anterior, la visión del departamento como PYME también posee algunas limitaciones que afectan el estudio. En primer lugar hace parte de una unidad más grande que es la Facultad de Ingeniería, la cual a su vez hace parte de la Universidad Javeriana. Adicionalmente, pero no menos importante, la especialidad de la gran mayoría del personal del departamento es la Ingeniería de Sistemas, lo cual cubre el conocimiento de metodologías y prácticas como BPM; esto resulta ser un factor que puede predisponer la implantación de BPM en la organización, haciéndola más ágil que en otra PYME, en cuanto a adaptación, gestión del cambio y adquisición de la cultura organizacional, pero comparable también con empresas de base tecnológica o con PYMES con un grado de madurez alto.



ILUSTRACIÓN 4.3. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMO PARTE DE UNA UNIDAD ORGANIZACIONAL MÁS GRANDE. ADAPTADO DE [45].

Factor	Posibilidad	Limitación
Estructura organizacional interna	La estructura organizacional no cuenta con muchos niveles, análoga a muchas PYMES.	-
Estructura organizacional externa	El proceso puede ser extrapolado a los demás departamentos de la Facultad de Ingeniería, tomándolas como organizaciones afines.	Realmente la organización hace parte de una organización más grande que es la Facultad de Ingeniería.
Activos	Los activos se encuentran en el umbral de clasificación de empresas colombianas (Por razones de confidencialidad no se publican cifras).	Los activos dependen también del presupuesto de la Facultad de Ingeniería.
Volumen del personal	El volumen del personal de la organización es de 30 personas, que se encuentra en el umbral de clasificación de empresas colombianas.	-
Complejidad de procesos	Los procesos (a nivel interno) no son muy complejos en términos de tipo de actividades que se realizan, número de actores, datos, entre otros factores.	Los procesos hacen parte de macroprocesos de la Facultad que si poseen una alta complejidad.
Extensión de procesos	Los procesos pueden ser implementados hasta cierto punto, delimitando su alcance al Departamento.	Los procesos hacen parte de macroprocesos de la Facultad y de la Universidad, por lo que no son del todo independientes.
Gestión actual de procesos	Actualmente no se sigue ninguna estrategia de gestión de procesos a nivel interno.	Si se adelanta una estrategia de gestión de procesos puede chocar con las estrategias acogidas por las unidades organizacionales superiores.
Tecnología utilizada	Actualmente no se utiliza ninguna	Se pueden generar problemas de inte-

da	herramienta especializada en gestión de procesos. Se cuenta con las instalaciones requeridas como servidores y máquinas cliente para la implantación.	gración si en algún momento se implanta una herramienta a nivel de Facultad.
Conocimiento	Gracias al conocimiento que posee la organización el proceso puede ser implantado y acogido de manera más ágil.	No se puede apreciar profundamente la adaptación de la organización al paradigma de gestión por procesos debido a la predisposición por conocimiento de la disciplina por parte de la mayor parte del personal.
Cultura organizacional	Puede ser generada rápidamente como consecuencia del conocimiento de la organización, lo que agiliza la extensión del proyecto.	No se puede apreciar profundamente la transición de la cultura organizacional.
Gestión del cambio	No se requiere una estrategia muy extensa de gestión del cambio como consecuencia del conocimiento de la organización, lo que agiliza la extensión del proyecto.	No se profundiza en estrategias de gestión del cambio.

TABLA 4.3. POSIBILIDADES Y LIMITACIONES DE LA APLICACIÓN DE BPM AL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS COMO UNA PYME.

4.2.2 ANÁLISIS Y DISEÑO

Para esta primera fase del ciclo de vida BPM, tomado como guía para la mejora del proceso de programación de clases, se contó con el apoyo del área gerencial de la organización, representada por el Director de Departamento de Ingeniería de Sistemas. La recolección de información se basó en los siguientes ítems:

- Reuniones con el Director de Departamento de Ingeniería de Sistemas.
- Análisis de artefactos relevantes para el proceso:
 - Diagrama de espina de pez de los procesos del Departamento de Ingeniería de Sistemas provisto por el Director de Departamento.

- Manuales del proceso de Programación de Clases provisto por el Director de Departamento.
- Cronograma del proceso de Programación de Clases provisto por el Director de Departamento.
- Modelo del proceso de Programación de Clases provisto por el Jefe de Sección de Nuevas Tecnologías.
- Formatos de planes de trabajo y solicitudes de clases provistos por el Director de Departamento.
- Reunión con Jefe de Sección de Nuevas Tecnologías para discutir el proceso actual y las mejoras a implementar.
- Representación del estado actual del proceso de negocio piloto en BPMN 2.0, con el fin de definir el orden de las actividades y sus responsables.
- Diligenciamiento de cuadro de caracterización de procesos de negocio proporcionado por Carlos Robles, experto en BPM.

El levantamiento de información descrito actuó como entrada para la caracterización del proceso que consistió en su modelado e identificación de mejoras.

4.2.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO

La caracterización del proceso de programación de clases descubierto (estado “*as is*”), inicia con su representación general en BPMN para lo cual se hizo uso de la herramienta Bizagi Process Modeler (ver *Anexo 2. Descripción del proceso*), con el fin de establecer el orden de actividades, en qué consiste cada actividad y los roles participantes.

El proceso de programación de clases es un proceso que se lleva en todos los departamentos de las facultades de la Universidad Javeriana. Consiste en definir las clases que se van a ofrecer en un semestre académico en la PUJ. La caracterización de este proceso se sintetiza en cuatro etapas: planear, hacer, verificar y actuar. Dichas fases se sintetizan a continuación.

EMPRESA: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA PUJ	
Proceso: Programación de clases de un periodo académico	
Macroproceso: Gestión Curricular	Dueño del proceso: Director del Departamento de Ingeniería de Sistemas

Stakeholders:

- Director de departamento: Dueño del proceso y principal fuente de información.
- Jefes de Sección: Actores del proceso.
- Profesores de Planta: Actores del proceso.
- María Consuelo Franky: Experta en jBPM y colaboradora en proceso de evaluación de tecnología.
- Gattaca Outsourcing: Partner de Bonita Open Solution y colaborador en proceso de evaluación de tecnología.
- Carlos Robles: Experto en BPM y colaborador en etapa de diseño.
- Alexander Herrera: Colaborador en proceso de despliegue e infraestructura.
- Departamento de Tecnologías de la Información de la PUJ: Fuente de referencia para políticas del proceso.
- Sistema de información SAE: Fuente de referencia para políticas del proceso.

TABLA 4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y STAKEHOLDERS.

A. PLANEAR			
1. Objetivo del proceso		2. Alcance del proceso	
Recoger y unificar la información requerida para la programación de clases de un semestre académico.		Revisión y ajuste al catálogo de asignaturas para la oferta de clases del semestre hasta el ingreso de clases al sistema SAE.	
3. Requisitos del proceso			
3.1. Interacciones			
Sistema de información SAE, Ejecución semestre académico, Nómina del Departamento de Ingeniería de Sistemas.			
4. Actividades del proceso			
Proceso proveedor	Entrada	Salida-Producto-Resultado	Proceso cliente
Ejecución último semestre académico.	Catálogo de asignaturas con requerimientos de actualización.	Clases programadas en el sistema SAE.	Ejecución próximo semestre académico.
5. Recursos		6. Riesgos del proceso	
Tecnología	Físicos	Humanos	• De infraestructura interna (Equipos del

Software, Hardware.	Oficinas, Salas para reuniones, servicios públicos	Director de Depar- tamento, Jefes de Sección, Profesores de Planta	departamento). <ul style="list-style-type: none"> • De infraestructura externa (Sistema SAE). <ul style="list-style-type: none"> • De personal del Departamento. • De retrasos en los tiempos del proceso.
------------------------	--	---	---

TABLA 4.5. CARACTERIZACIÓN PROCESO PILO TO FASE A.

B. HACER	
7. Subprocesos	8. Documentos de soporte
<ul style="list-style-type: none"> • Actualización del catálogo de asignaturas • Gestión de solicitudes de clase • Programación de clases en SAE 	Manuales para la programación de clases de la Vicerrectoría Académica.

TABLA 4.6. CARACTERIZACIÓN PROCESO PILO TO, FASE B.

C. VERIFICAR				
9. Seguimiento y medición de la gestión del proceso				
Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia	Responsable
Tiempo	$100 - [(Tiempo\ ejecutado / Tiempo\ estimado) * 100]$	20%	Finalización del proceso	Director de Departamento
Tiempo por subproceso	$100 - [(Tiempo\ ejecutado / Tiempo\ estimado) * 100]$	20%	Finalización de cada subproceso	Director de Departamento
Volumen de artefactos	$100 - [(# de archivos\ enviados / # estimado de archivos\ enviados) * 100]$	40%	Semanal	Director de Departamento
Unidad de la información	$100 - [(# de correos\ enviados / # estimado de correos\ enviados) * 100]$	90%	Mensual	Cada actor
Costos en papelería	$100 - [(Costos\ en\ papelería / Costos\ en\ papelería\ estimado) * 100]$	25%	Mensual	Director de Departamento
Unidad de la información	$100 - [(# de correos\ enviados\ y\ recibidos / # estimado de correos\ enviados\ y\ recibidos) * 100]$	90%	Mensual	Director de Departamento
Oportunidad de la Información	$100 - [(# de correos\ recibidos / # estimado de correos\ recibidos) * 100]$	90%	Mensual	Cada actor

Carga de trabajo	100 - [(Grado de satisfacción/Grado de satisfacción estimado)*100]	40%	Mensual	Director de Departamento
------------------	--	-----	---------	--------------------------

TABLA 4.7. CARACTERIZACIÓN PROCESO PILOTO, FASE C.

D. Actuar		
10. Acciones de mejora continua, correctivas y preventivas		
Acciones de mejora	Acciones correctivas	Acciones preventivas
<ul style="list-style-type: none"> • Centralizar la información del proceso. • Independizar y paralelizar tareas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar dependencia del correo electrónico para el manejo de la información del proceso. 	-

TABLA 4.8. CARACTERIZACIÓN PROCESO PILOTO, FASE D.

Mediante las cuatro tablas anteriores se definió el proceso de Programación de Clases como se encontró, sus indicadores y los aspectos a mejorar del mismo, a partir de su implementación bajo la estrategia de gestión de procesos BPM. Las fases definidas pueden ser mapeadas respectivamente al ciclo de vida BPM descrito en la sección 0.

A nivel general, el proceso de Programación de Clases consta de tres subprocesos: La Actualización del catálogo de asignaturas, la Gestión de solicitudes de asignaturas y el Ingreso de las solicitudes en el sistema de información SAE. La Ilustración 4.4 muestra estos subprocesos.

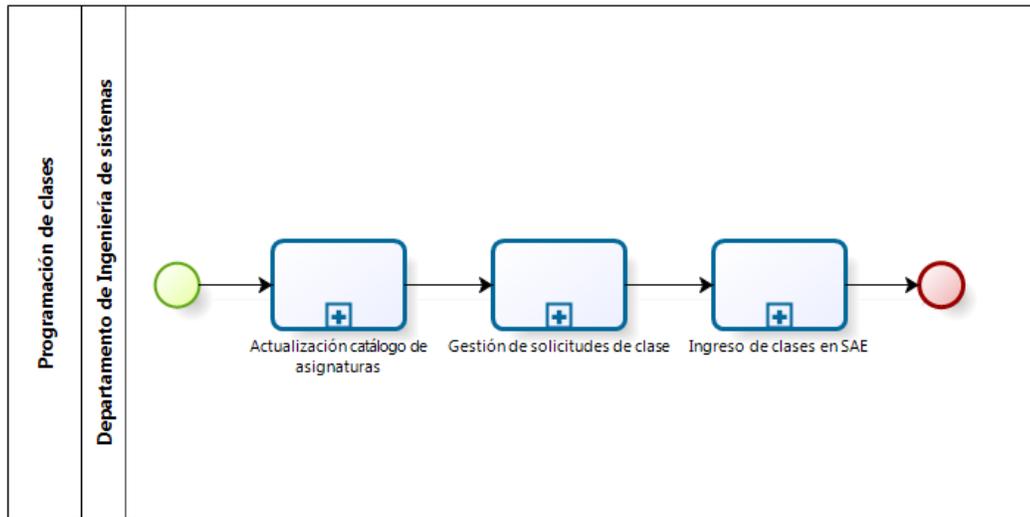


ILUSTRACIÓN 4.4. SUBPROCESOS DEL PROCESO DE PROGRAMACIÓN DE CLASES.

A continuación se expone cada subproceso cuyas actividades se especifican en el *Anexo 2. Descripción del proceso* . Esta descripción contó con el apoyo del modelo del proceso provisto por el Jefe de Sección de Nuevas Tecnologías.

ACTUALIZACIÓN CATÁLOGO DE ASIGNATURAS

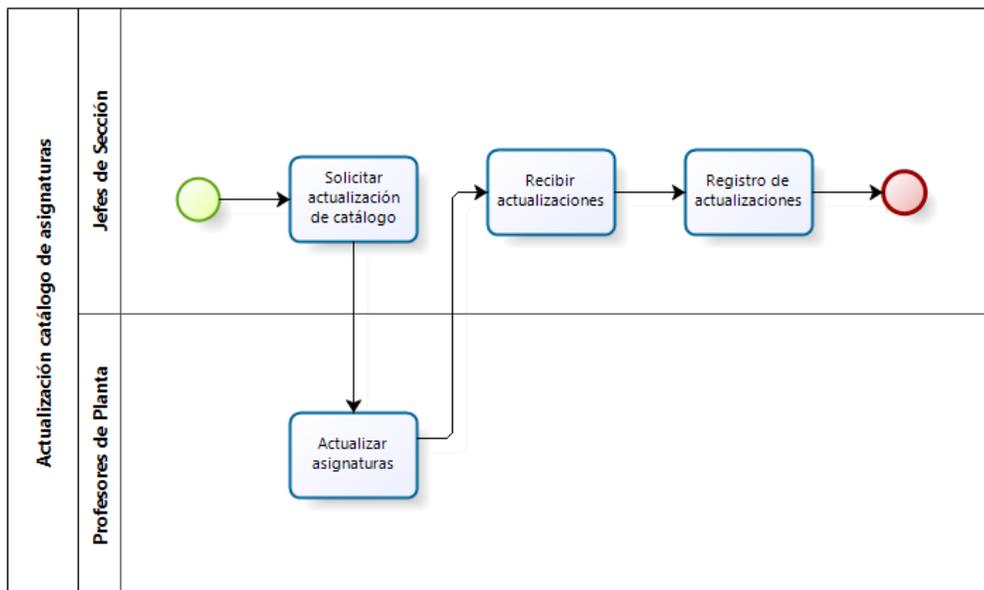


ILUSTRACIÓN 4.5. SUBPROCESO ACTUALIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE ASIGNATURAS.

Este subproceso consiste en la validación, adición, modificación o eliminación, de la información de las clases pertenecientes al catálogo de asignaturas del Departamento de Ingeniería de Sistemas para el último semestre ejecutado. Dicha información se refiere a las propiedades de una asignatura como su syllabus, su nombre, etc. Las actividades al interior del proceso deben ser realizadas por los Jefes de Sección del departamento y por los profesores asociados a cada asignatura de cada sección.

GESTIÓN DE SOLICITUDES DE CLASE

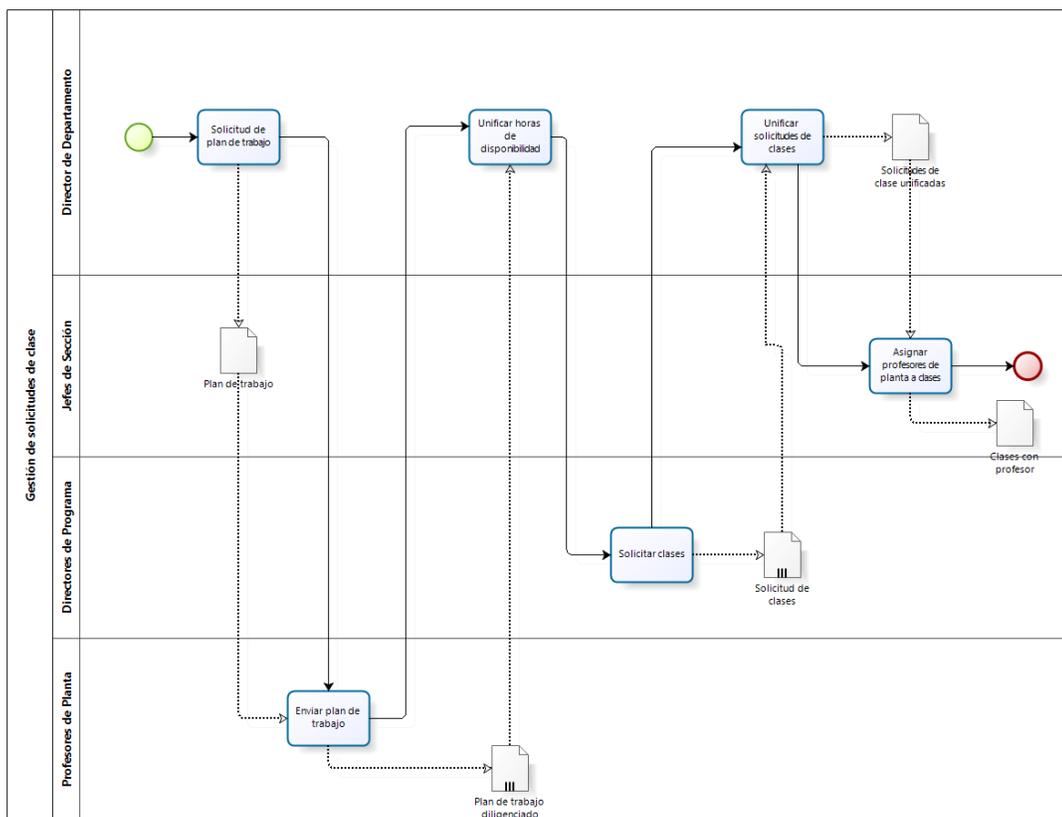


ILUSTRACIÓN 4.6. SUBPROCESO GESTIÓN DE SOLICITUDES DE ASIGNATURAS.

Este subproceso consiste en la recepción y gestión de solicitudes de clase presentadas por parte de los Directores de programa de los diferentes programas de la PUJ. La gestión de estas solicitudes consiste en su validación y unificación. Hasta el 2010 es el Director del Departamento de Ingeniería de Sistemas quien se encarga de estas tareas.

4.2.3 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UNA BPMS DE LIBRE DISTRIBUCIÓN

Siguiendo el ciclo de vida BPM descrito en la sección 0, en esta etapa se llevó a cabo la selección de una BPMS de libre distribución, debidamente evaluada con base en los lineamientos de la sección 4.1.

El conjunto de BPMS libre a evaluar se seleccionó según la literatura revisada en este aspecto. Se procedió entonces a evaluar las BPMS JBoss jBPM 3.X y Bonita Open Solution 5.5, (ver *Anexo 3. Evaluación de Bonita Open Solution 5.5.1 y JBoss JBPM 3.3.1*) en primer lugar por ser GPL y en segundo lugar por tener un API basado en Java. Para la evaluación de ambas herramientas se utilizaron los siguientes recursos:

- Consulta de expertos en ambas herramientas. Para el caso de jBPM, se acudió a Maria Consuelo Franky, profesora del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana experta en jBPM, con quien se ejecutaron reuniones para el diligenciamiento del formulario de evaluación. Para el caso de BOS, se contó con un cuadro de funcionalidades de esta herramienta, provisto por Gattaca Outsourcing, compañía partner de Bonitasoft [42].
- Documentación, especificaciones técnicas y manuales de cada BPMS.

Los resultados generales de la evaluación de jBPM y BOS, provenientes del cálculo expuesto en la sección 4.1.5 tras realizar el diligenciamiento del formulario de evaluación, generado en la sección 4.1.2, para cada herramienta, se muestran en la Ilustración 4.9.

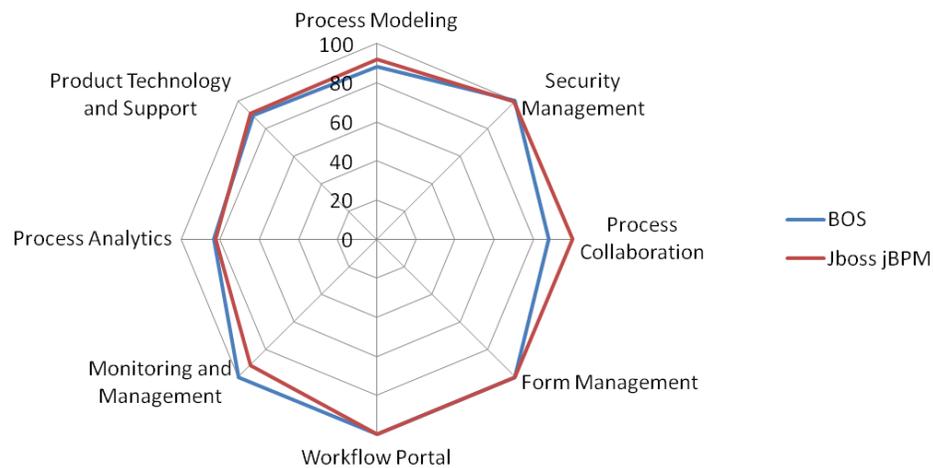


ILUSTRACIÓN 4.9. RESULTADOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN DE JBPM 3.3.1 Y BOS 5.5.1.

Según los resultados ilustrados, se puede concluir que las dos herramientas son muy completas, teniendo en cuenta que en la evaluación se incluyeron criterios basados en características de BPMS comerciales, y tampoco muy diferentes con respecto al cumplimiento que le dan a los criterios de evaluación.

A pesar de las pequeñas diferencias, jBPM obtuvo el promedio más alto, debido principalmente a su flexibilidad y a que es una herramienta mayormente orientada al desarrollo de aplicaciones pues está completamente basada en Java, lo cual representa una mayor prioridad para un proyecto de desarrollo. Por otro lado, Boniasoft posee también un fuerte componente para el desarrollador, pero se orienta más hacia el monitoreo y hacia la interfaz de usuario.

4.2.4 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Por la naturaleza particular del proceso de negocio piloto que depende en gran medida de documentos, se utilizó una herramienta libre de gestión documental implementada en Java que se integra con jBPM y que actuó como BPMS permitiendo solucionar el problema más urgente del proceso, sin un proceso árido de implementación: La unificación y disponibilidad de la información. Esta herramienta es OpenKM 5.0, la cual se despliega en el servidor JBoss 4.2.3 y que permite el despliegue de procesos de negocio implementados en jBPM 3.3.1 [46].

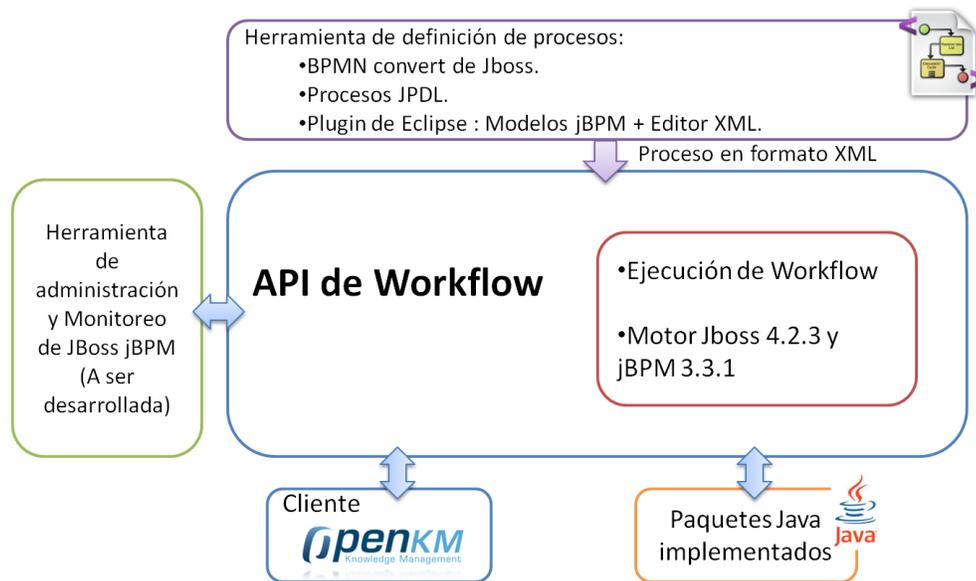


ILUSTRACIÓN 4.10. ARQUITECTURA JBPM MAPEADA A LOS COMPONENTES UTILIZADOS. ADAPTADO DE [37].

La Ilustración 4.10 muestra la arquitectura de jBPM mapeada a los componentes utilizados en la fase de configuración del sistema y en la de despliegue de procesos. En este contexto, OpenKM actúa como el cliente, brindando los servicios de interfaz gráfica, seguridad y alojamiento de artefactos del proceso.

Para el despliegue exitoso de procesos de negocio en OpenKM realizados en jBPM se requirió la siguiente configuración de JBoss (Todos los detalles de esta configuración se encuentran en el *Anexo 5. Manual de Instalación*).

- *mail-service.xml*: Este archivo se encuentra en la ruta `\jboss-4.2.3.GA\server\default\deploy` y es el archivo que contiene la configuración del servidor SMTP para las notificaciones por correo electrónico realizadas a través de JBoss.
- *Jbpm.cfg.xml*: En este archivo se encuentran los servicios que jBPM utilizará, por ejemplo las propiedades del servidor SMTP, propiamente para las notificaciones por correo electrónico realizadas durante el proceso jBPM. Adicionalmente se pueden incluir otras propiedades como *beans* y *jobs* personalizados, así como referencias a

otros archivos de configuración. El archivo de configuración por defecto se puede encontrar en el directorio de instalación de las librerías jBPM (\jbpm 3.3.1.GA\config), pero para la configuración de OpenKM, este se encuentra en jboss-4.2.3.GA\server\default\deploy\OpenKM.war\WEB-INF\classes

- *OpenKM.cfg*: Es el archivo propio de configuración de OpenKM en donde se establecen propiedades principalmente relacionadas con los documentos manejados al interior del proceso como notificaciones de adición, modificación y eliminación de documentos.

4.2.5 IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

Tras la configuración de la BPMS compuesta por jBPM y OpenKM, se procedió a realizar el modelo detallado del proceso de Programación de Clases en BPMN 2.0 (ver *Anexo 4. Modelo BPMN del*). Al igual que en la fase de Análisis y Diseño, se utilizó Bizagi Process Modeler para la documentación del proceso y se siguieron las buenas prácticas sobre BPMN 2.0 expuestas en [47], dando como resultado el modelo de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Un componente importante para la implementación fue la conversión del modelo en el módulo BPMN Convert de JBoss que permite su exportación a JPDL (jBPM Process Definition Lenguaje). Los modelos generados se pueden apreciar en la Ilustración 4.12, Ilustración 4.13; **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e Ilustración 4.14. Estos modelos se tomaron como punto de partida para realizar las modificaciones programáticas necesarias, que incluyeron:

- Implementación de un módulo propio de notificación vía e-mail, ya que jBPM no soporta el protocolo de seguridad TLS (Transport Layer Security) que utiliza el SMTP de gmail, utilizado para el proceso [48].
- Creación de variables que alimentan el proceso
- Módulo de usuarios del proceso, mediante un archivXML.
- Reportes para el log del proceso.
- Módulo de procesamiento de datos ingresados en los formularios del proceso.
- Inicio del JobExecutor de jBPM para la ejecución de los temporizadores del proceso.

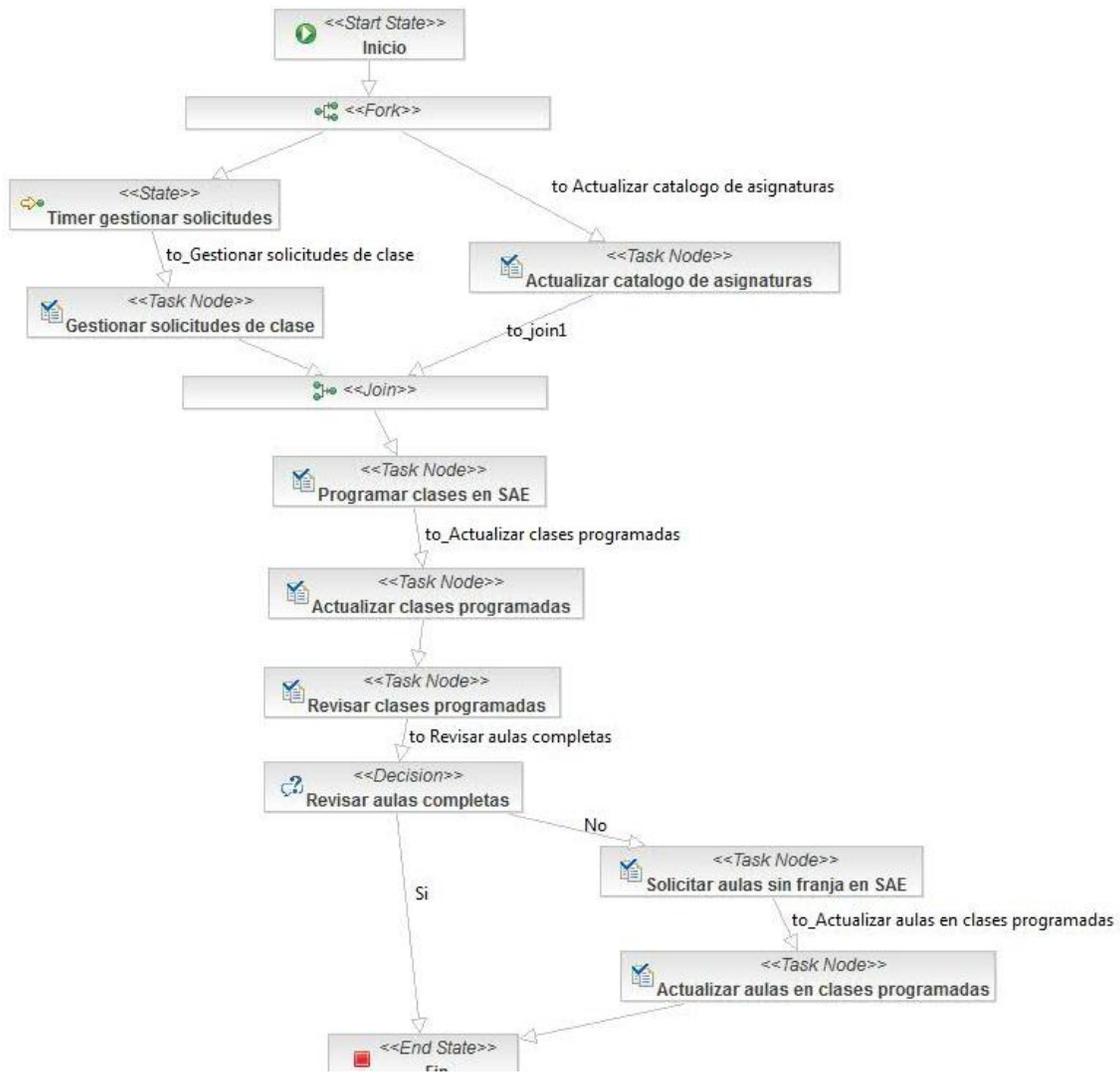


ILUSTRACIÓN 4.12. PROCESO DE PROGRAMACIÓN DE CLASES EN NOTACIÓN JPD.

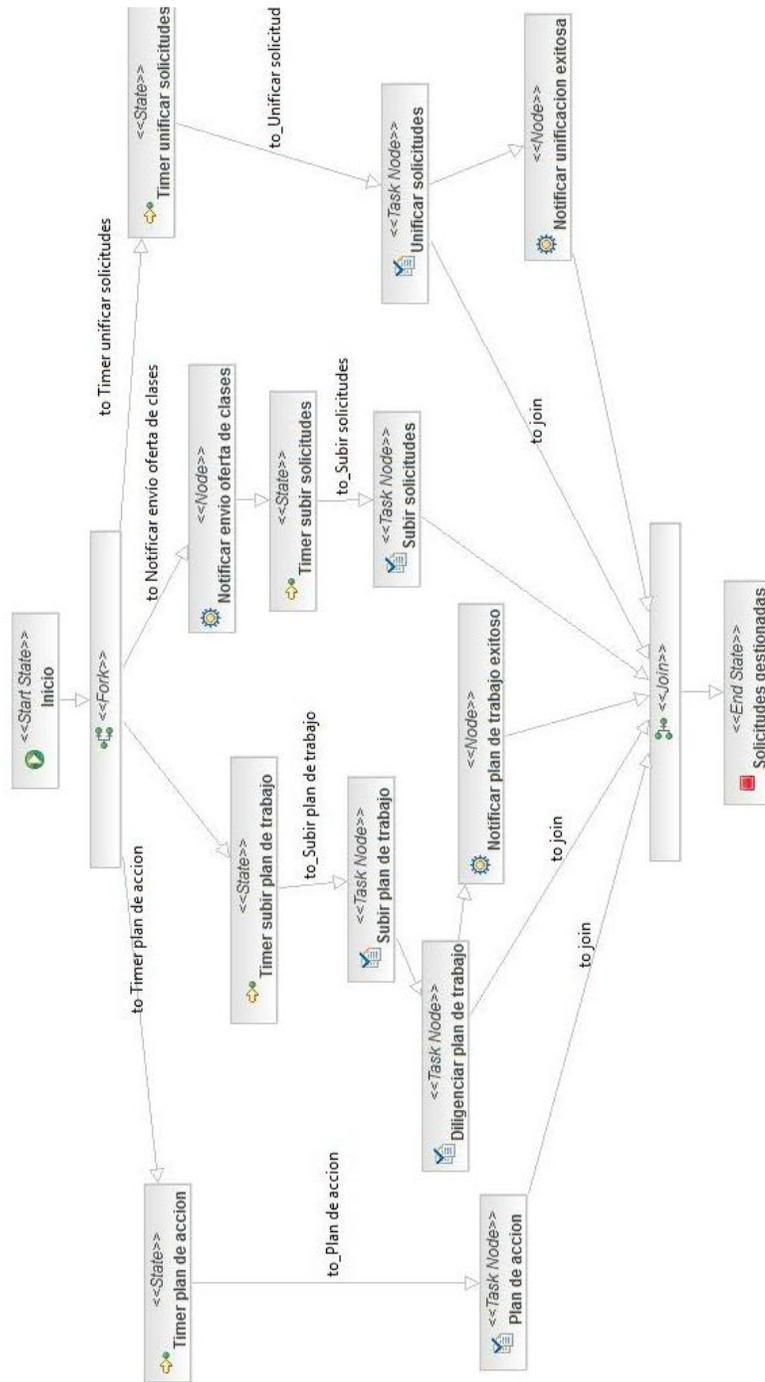


ILUSTRACIÓN 4.13. GESTIÓN DE SOLICITUDES DE CLASE EN NOTACIÓN JPDN

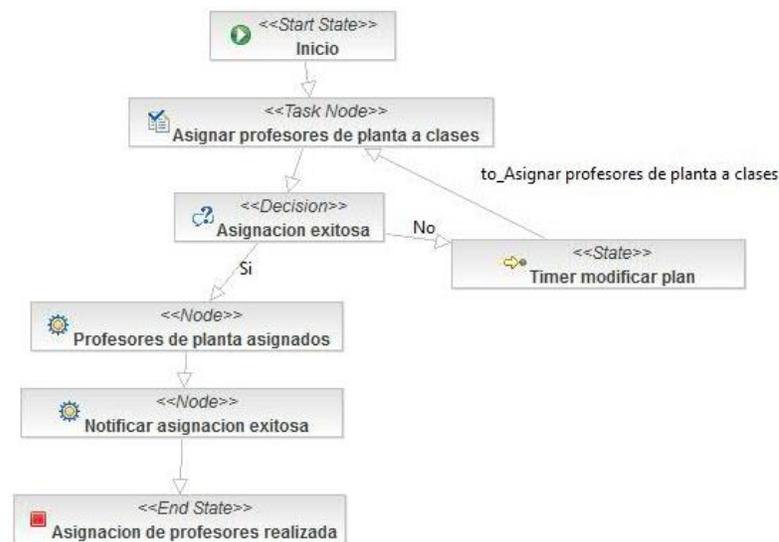


ILUSTRACIÓN 4.14. PLAN DE ACCIÓN EN NOTACIÓN JPDL

La implementación se probó desde tres frentes: la conversión del modelo BPMN a JPDL, la integración con los módulos agregados al proceso y los beneficios identificados desde el punto de vista del negocio.

- *Conversión del modelo BPMN a JPDL*

Esta prueba es de vital importancia pues es el punto de partida de la implementación exitosa de los demás módulos del proceso. Los modelos generados en notación JPDL por medio del módulo BPMN Convert de JBoss, se probaron en dos ambientes de pruebas distintos, con el fin de comprobar si el código de ejecución XML generado era correcto y si el mapeo de cada elemento BPMN correspondía a su equivalente en JPDL.:

- Mediante una clase JUnit que comprueba el flujo del proceso.
- Mediante el despliegue de los procesos en el servidor de aplicaciones.

De igual manera, este proceso de pruebas se apoyó mediante la revisión de los diagramas generados y su comparación con el modelo BPMN.

- *Integración de módulos adicionales*

Tomando como punto de partida los procesos funcionales y probados generados en JPDL, se procedió a integrar los requerimientos adicionales del proceso agregando los módulos implementados en lenguaje Java:

Módulo	Descripción
com.departamentoIS	Carga los usuarios del proceso del archivo <i>actores.xml</i> .
com.gestion.action	Conjunto de clases que contienen algún tipo de lógica del proceso de gestión de solicitudes (<i>action handlers</i>)
com.plan.action	Conjunto de clases que contienen algún tipo de lógica del proceso de plan de acción (<i>action handlers</i>)
com.programacion.action	Conjunto de clases que contienen algún tipo de lógica del proceso de programación de clases (<i>action handlers</i>)
com.utils	Conjunto de clases que prestan servicios como el envío de correo electrónico, el procesamiento de datos de formas del proceso, la lectura de archivos XML y la inicialización del <i>JobExecutor</i> de jBPM.

TABLA 4.9. MÓDULOS ADICIONALES DE LOS PROCESOS JBPM

Para probar el funcionamiento del proceso articulado con los módulos adicionales, el ambiente de pruebas fue en despliegue, ejecutando el proceso en ambiente de pruebas, las cuales fueron supervisadas por el Dueño del Proceso, realizadas con usuarios y tiempos de prueba en donde se comprobaron:

- Los flujos del proceso
- Las notificaciones de tareas vía correo electrónico y en OpenKM.
- La concurrencia de actividades.
- La concurrencia en el uso de los documentos del proceso.
- La duración y sincronización de los temporizadores del proceso.

4.2.6 DESPLIEGUE Y SEGUIMIENTO

Los procesos de negocio diseñados y programados en JPDL son desplegados por OpenKM, aplicación que a su vez es desplegada en el servidor de aplicaciones JBoss. Dichos procesos pueden ser seguidos y monitoreados por medio de la BPMS. El dueño del proceso, para este caso el Director de Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la PUJ, que cuenta con privilegios de administrador, puede acceder a las instancias del proceso, observar las tareas realizadas, los formularios diligenciados, la duración de cada actividad realizadas y la(s) tarea(s) que están siendo realizadas en tiempo real. En la Ilustración 4.15 se pueden apreciar los procesos cargados (no desplegados) en OpenKM.

Process Definitions 

Process ID	Process Name	Version	Actions
179	gestionSolicitudesV1.1	1	 
138	planAccionV2.1	1	 
173	programacionClasesV2.8	1	 

Upload process definition

ILUSTRACIÓN 4.15. VISUALIZACIÓN DE PROCESOS JBPM ALOJADOS EN OPENKM.

Adicionalmente, como se muestra en la Ilustración 4.16, es posible reasignar las tareas de los procesos desplegados de manera dinámica, así como pausar, terminar, reanudar y eliminar sus instancias.

Process Instance  

Instance ID	Key	Process	Status	Start Date	End Date
181		gestionSolicitudesV1.1 v1	Running	19-ene-2012 21:29:55	

Tasks Instances

ID	Name	Pooled Actors	Assigned To	Status	Start Date	End Date	Actions
309	Subir plan de trabajo	[]	director	Ended	19-ene-2012 21:35:52	19-ene-2012 21:35:52	 
310	Unificar solicitudes	[]	secretaria	Not Started			   
311	Plan de accion	[]	director	Not Started			   
312	Subir solicitudes	[]	director	Not Started			   
313	Diligenciar plan de trabajo	[]	profesor	Not Started			   

ILUSTRACIÓN 4.16. ESTADO EN TIEMPO REAL DE UN PROCESO JBPM EN OPENKM.

Por último, OpenKM provee toda la gestión documental del proceso, que entre sus cualidades más relevantes para el mismo se encuentran:

- Alojamiento de artefactos (documentos, imágenes, etc).
- Suscripción de usuarios del proceso (o externos a este) a los artefactos.
- Versionamiento de artefactos.

- Importación del correo electrónico
- Creación de usuarios.
- Asignación de roles.

El seguimiento del proceso permite saber si los participantes están realizando sus tareas y si el calendario del proceso se está cumpliendo según lo estipulado, y de esta manera, es posible extraer las métricas relevantes del proceso, como el tiempo estimado del proceso y su tiempo de ejecución real, la utilización de los artefactos, etc. A partir de dicha información es posible iniciar el proceso de optimización del proceso, identificando posibles cuellos de botella, tareas innecesarias y desfases de tiempos.

El proceso de seguimiento descrito se realizó en pruebas piloto del proceso con el fin de evidenciar las mejoras introducidas en el mismo. Las características de esta simulación se enuncian a continuación:

- Proceso desplegado en JBoss.
- Tres máquinas en red accediendo concurrentemente al proceso.
- Cinco usuarios de prueba distribuidos en las tres máquinas. (Director de departamento, 2 Jefes de sección, un profesor, una secretaria)
- Temporizadores configurados con tiempos de prueba. Escala de un día a una hora.
- Smtip de gmail configurado con una cuenta de prueba.
- Formatos de prueba entregados por el Director de Departamento en la fase de Análisis y Diseño.

5 RESULTADOS Y REFLEXIÓN SOBRE LOS MISMOS

En primer resultado consiste en un punto de referencia para la evaluación y selección de BPMS, representado por el *Anexo 1. Formulario de evaluación de BPMS*, el cual puede ser utilizado tanto para herramientas libres como comerciales. Este proceso de evaluación de TI de carácter autónomo, resulta especialmente beneficioso para una PYME en términos de costos y tiempo, pues si bien esta no posee los recursos económicos para adquirir la tecnología, posiblemente tampoco planea invertir en evaluaciones realizadas por otras organizaciones.

En segundo lugar, se realizó un aporte a una organización en términos del mejoramiento de uno de sus procesos de negocio. Este aporte se pudo comprobar por medio de la simulación y seguimiento de dicho proceso en ambiente de pruebas, y que contrastándolo con el estado actual del proceso, resultan evidentes las mejoras introducidas al proceso. Para este análisis se contó con los indicadores propuestos en la fase C de la caracterización del proceso (ver Tabla 4.7). A continuación se sintetiza el contraste de la versión actual del proceso y su versión mejorada, con base en estos indicadores.

Indicador	Métrica estimada	Valor	Métrica ejecutada	Valor	Mejora	Meta
Tiempo del proceso	Tiempo estimado (días)	40	Tiempo ejecutado (días)	35	13%	15%
Tiempo en Gestión de solicitudes	Tiempo estimado (días)	15	Tiempo ejecutado (días)	15	0%	15%
Tiempo en Plan de acción	Tiempo estimado (días)	5	Tiempo ejecutado (días)	5	0%	15%
Volumen de artefactos	# estimado de archivos utilizados	41	# de archivos utilizados	25	39%	40%
Unidad de la información	# estimado de correos enviados y recibidos	80	# de Correos enviados y recibidos	5	94%	90%
Oportunidad de la información	# estimado de correos recibidos	40	# de Correos recibidos	4	90%	90%

TABLA 5.1. MÉTRICAS DE EJECUCIÓN Y ESTIMACIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO.

La tabla 5.1 se expresa en la Ilustración 5.1 y en la Ilustración 5.2.

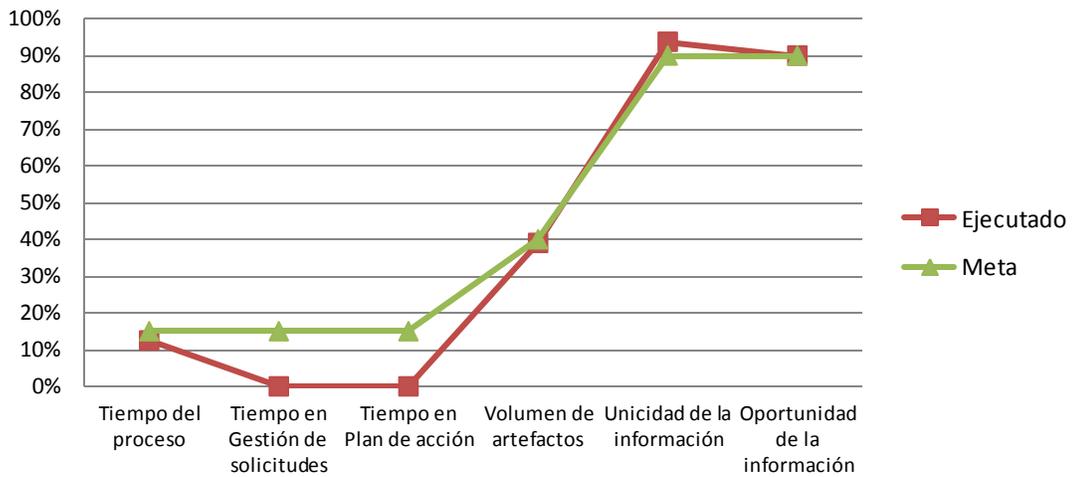


ILUSTRACIÓN 5.1. MEJORAS ALCANZADAS VS METAS PROPUESTAS.

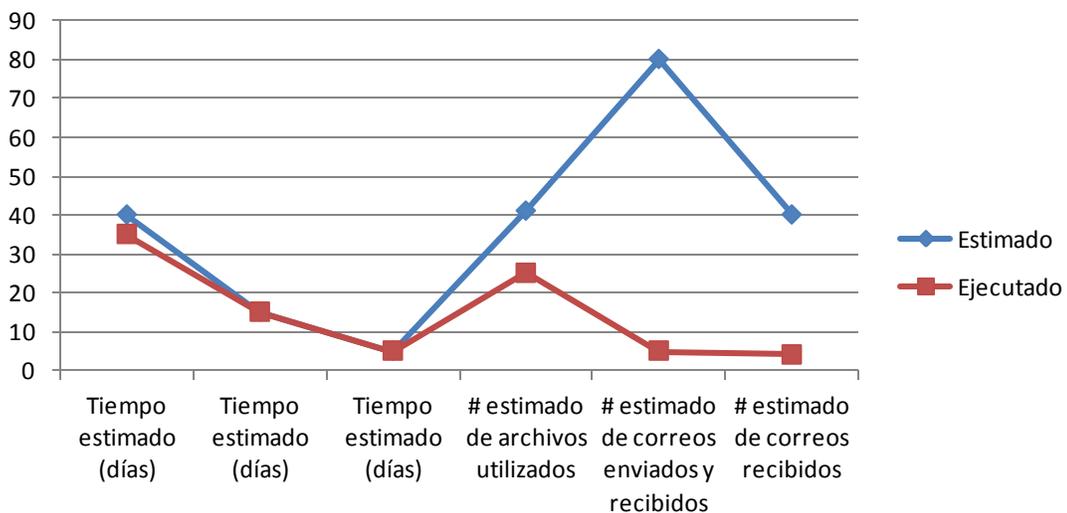


ILUSTRACIÓN 5.2. MÉTRICAS ESTIMADAS VS MÉTRICAS OBTENIDAS.

Los datos estimados están basados en ejecuciones pasadas del proceso, el levantamiento de información y la caracterización del proceso. Como se puede observar los mejores resultados se obtuvieron en términos de la gestión de la información, que era el principal problema del proceso. En su versión actual, esta gestión dependía en gran medida del correo electrónico, en donde se presentaban problemas de inconsistencia, replicación y baja disponibilidad, generando “Islas” de información [49]. En este sentido las metas fueron perfectamente alcanzadas

que en resumen se enfocaban en la eliminación del correo electrónico como gestor del conocimiento en el proceso.

El mecanismo que permitió esta mejora está representado por las facilidades que ofrece OpenKM en cuanto a la gestión de documentos y el despliegue de procesos de negocio con base en los mismos. En este sentido la información se independizó en gran medida de los actores, haciéndola disponible y centralizada, posibilitando su constante actualización de forma asíncrona y transparente para los actores del proceso.

En cuanto a las mejoras en los tiempos del proceso, estas no representaban una necesidad urgente para la organización, pues el proceso está atado a un calendario bien definido que depende de entidades, procesos y sistemas externos como Admisiones y Registro Académico, el proceso de solicitudes de clase y el sistema SAE, respectivamente.

A partir de estas mejoras el Director de Departamento, experto en la organización y en el proceso, certifica la mejora del proceso y autoriza la puesta en marcha del mismo en ambiente de producción.

En términos cualitativos, el principal aporte es el aumento de visibilidad del proceso, que gracias a su modelo y ejecución permiten una interiorización por parte de los *stakeholders*. A partir de esto, se genera un cambio transversal a la organización, de qué se hace, cómo se hace y en qué momento se hace.

6 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6.1 ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE BPM EN PYMES DEL SECTOR DE SERVICIOS

A partir del caso de estudio, se evidencian fallas en cuanto a eficiencia, integridad de la información y visibilidad del proceso de Programación de, que por los menos en el departamento de Ingeniería d Sistemas se lleva de manera heterogénea y con una alta dependencia de herramientas como el correo electrónico y reuniones dispendiosas. En este sentido, la definición e implementación del proceso, enmarcadas en una estrategia de gestión por procesos como BPM, es el inicio para la estandarización e integración de los demás procesos, principalmente los relacionados con el sistema SAE.

A partir de la implementación descrita del proceso de Programación de Clases, se evidenciaron ventajas particulares para el Departamento de Ingeniería de Sistemas, visto como una organización con procesos de negocio bien definidos. Entre estas mejoras se destacan:

- Documentación del proceso.
- Aumento en la visibilidad del proceso.
- Independización de tareas.
- Control del tiempo del proceso, subprocesos y tareas más relevantes.
- Notificación oportuna de tareas asignadas y de acciones sobre los artefactos del proceso.
- Centralización del conocimiento del proceso.
- Reducción de artefactos del proceso.

En segundo lugar, el trabajo permitió evidenciar la agilidad que brindan las suites BPM en proyectos de automatización de procesos de negocio (enmarcados en un proceso de mejoramiento continuo y plasmado en el ciclo de vida BPM), en contraste con la utilización de sistemas orientados a áreas organizacionales, al procedimiento y a transacciones.

En un nivel más general muchas PYMES poseen problemas similares a los del Departamento de Ingeniería de Sistemas, relacionados principalmente con la descentralización de la información, incumplimiento de cronogramas y tareas dispendiosas de unificación de información. Normalmente las PYMES inician con este tipo de problemas, que a medida que transcurre el tiempo, se hacen más complejos. Ante esto, la estructura de una organización con base en sus procesos es necesaria, y metodologías como BPM pueden ser el factor articulador de dicha estructura. BPM no solo podría enmarcar la caracterización de los procesos de una PYME, sino que su verdadero aporte radica en optimizarlos en un proceso de mejoramiento continuo, que actúa también como un mecanismo de adaptación de la organización a sus procesos cambiantes.

Paradójicamente BPM no es del todo conocida por organizaciones con un número de empleados y con una generación de ingresos relativamente bajos. Las PYMES, requieren de una estrategia y de herramientas de TI que se alineen con su flexibilidad, permitiéndoles escalar de manera rápida y eficiente. En este sentido la combinación de herramientas libres de software y BPM pueden potencializar esta flexibilidad, adaptando la organización de manera más ágil y organizada, debido a su bajo volumen de personal.

Es claro también que el uso de herramientas libres normalmente requiere de conocimientos técnicos previos, o de una alta curva de aprendizaje. Esta puede ser una desventaja para organizaciones no relacionadas con aplicaciones y sistemas de TI o con departamentos débiles en este ámbito, pero que hoy en día está siendo contrarrestado por estrategias fuertes de soporte por parte de las organizaciones que proveen el software libre. De igual manera, es posible que la implementación de estrategias empresariales mediante herramientas libres de software pueda ser subcontratada como un desarrollo a la medida, que a largo plazo resulta menos costoso y más personalizado, que la adquisición e implantación de un producto.

Para el caso particular de las PYMES del sector de servicios, estrategias de BPM pueden ser aprovechadas por organizaciones de base tecnológica, representando un punto de partida para la estandarización, mejora y madurez de sus procesos de negocio, incluido el de desarrollo. Esto resultaría en un aumento de su competitividad y abriría la posibilidad de iniciarse en procesos de certificación en calidad de procesos, como ISO y CMMI.

Para organizaciones que ya cuentan con sistemas internos como correo electrónico corporativo, sistemas de seguimiento, gestión documental, gestión de proyectos, ERP, CRM, entre otros, pero que por falta de integración pueden presentar inconsistencias en la información, desperdicio de recursos, desfases en tiempos estimados, entre muchos otros problemas. BPM es una alternativa para la integración de estos sistemas y orquestación de los mismos en una PYME, mediante su fusión con SOA, colocando como marco los procesos de la organización.

En síntesis, BPM puede aportar de manera directa a las características particulares de las PYMES, haciéndolas reaccionar de una mejor manera a los cambios en el mercado, los cuales terminan viéndose reflejados en los procesos de este tipo de organizaciones. En términos de agilidad, flexibilidad y mantenibilidad, los sistemas BPM ofrecen una menor complejidad en estos aspectos, pues reflejan el negocio sin capas intermedias, lo que permite que al realizar un mejoramiento en el mismo, se repercute en sus procesos y consecuentemente en sus sistemas.

6.2 RECOMENDACIONES

- i. Hoy en día ante el gran volumen de oferta de herramientas tecnológicas, la selección rigurosa del software es un punto a explotar, debido al ahorro en costos y al conocimiento que se puede generar a priori.

En este sentido es lógico que para la implementación de cualquier proyecto de software, se debe realizar una selección rigurosa de las tecnologías a utilizar, priorizando los requerimientos del proyecto. Para el caso de BPM los siguientes elementos toman especial importancia:

- Notación de modelado.
- Arquitectura tecnológica (Software, hardware y datos).

Para un proceso de selección de tecnología especializado en BPM, se puede tomar como punto de referencias la metodología de evaluación expuesta en la sección 4.1.

- ii. Metodologías como BPM no están totalmente enfocadas en tecnología. Por esta razón, es necesario interiorizar sus conceptos y sus objetivos, para así poderlos

mapear con las necesidades de negocio de la organización asegurando la utilización de la solución y su aporte a la misma.

- iii. Es necesario establecer una relación estrecha con el cliente, no solo en la etapa de levantamiento de información, sino durante todo el proyecto, principalmente en los de la naturaleza de metodologías de gestión de procesos de negocio que buscan la alineación entre negocio y TI.

6.3 TRABAJOS FUTUROS

Ya que BPM es una disciplina enmarcada en iteraciones de mejoramiento continuo, permite que cualquier proyecto de esta naturaleza pueda ser extendido y mejorado de manera ágil. A partir del proceso de negocio implementado y listo para ambiente de producción, se debe iniciar un proceso de pruebas en dicho ambiente, con el fin de iniciar una nueva iteración del ciclo de vida BPM. Mediante estas pruebas es posible identificar nuevas mejoras desde la perspectiva de diseño y de implementación.

Desde el punto de vista de diseño vale la pena iniciar un análisis de la aplicación de patrones de modelado de procesos de negocio con el fin de dar solución a problemas recurrentes durante la ejecución del proceso y así poder fortalecer la aplicación del proceso a otros departamentos de la PUJ.

Desde el punto de vista de implementación, el proceso de Programación de Clases puede ser extendido, automatizando algunas actividades dependientes del sistema de información SAE. Una opción es la utilización de servicios web para reemplazar las actividades de ingreso de clases en el sistema SAE. Los servicios estarían encargados de recoger y brindarle formato a la información necesaria para la programación de clases en el sistema SAE, con el fin de que dicha información sea consumida y la creación de las clases en el sistema SAE sea completamente automática. Para tal efecto la aproximación más adecuada es la implementación del Bus del Servicios (Enterprise Service Bus), que mapearía la lógica de negocio diseñada e inicialmente implementada a la infraestructura requerida para la extensión del proyecto. Los beneficios más relevantes brindados por esta aproximación son los siguientes [50]:

- Monitoreo de procesos de negocio.

- Transformación de datos.
- Integración de aplicaciones.
- Manejo de transacciones.
- Seguridad.
- Servicio de mensajes.
- Repositorio de metadatos.
- Arquitectura distribuida.

7 REFERENCIAS

- [1] R. K. L. Ko, «A computer scientist's introductory guide to business process management (BPM)», *Crossroads*, vol. 15, n.º. 4, p. 4:11–4:18, jun. 2009.
- [2] gartner.com, «Gartner Survey Shows Spending on Business Process Management to Grow Significantly in 2011», 16-dic-2011. [Online]. Available: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1740414>. [Accessed: 16-dic-2011].
- [3] bizagi.com, «Software de gestión de procesos de negocio, BPM, automatización de workflows | bizagi BPMS», 17-dic-2011. [Online]. Available: http://www.bizagi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=62&lang=es. [Accessed: 17-dic-2011].
- [4] J. Arias, «BPM : Más allá de frameworks, metodologías, plataformas, marcas, tecnologías y buzzwords -Más cerca del sentido práctico de la realidad», Bogotá, al 14 de-2011.
- [5] oracle.com, «Oracle technology price list», 26-ene-2012. [Online]. Available: <http://www.oracle.com/us/corporate/pricing/technology-price-list-070617.pdf>. [Accessed: 26-ene-2012].
- [6] java-source.net, «Open Source Workflow Engines in Java», 26-ene-2012. [Online]. Available: <http://java-source.net/open-source/workflow-engines>. [Accessed: 26-ene-2012].
- [7] F. Garimella, M. Lees, y B. Williams, *Introducción a BPM para Dummies*. Wiley Publishing, Inc., 2008.
- [8] J. Jeston y J. Nelis, *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. Butterworth-Heinemann, 2008.
- [9] secretariassenado.gov.co, «LEY 905 DE 2004», 06-dic-2011. [Online]. Available: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2004/ley_0905_2004.html. [Accessed: 06-dic-2011].
- [10] bptrends.com, «The State of Business Process Management 2010», 17-dic-2011. [Online]. Available:

http://www.bptrends.com/members_surveys/deliver.cfm?report_id=1005&target=Process_Modeling_Survey-Dec_11_FINAL.pdf&return=surveys_landing.cfm. [Accessed: 17-dic-2011].

[11] secretariasenado.gov.co, «LEY 590 DE 2000 - Parte 1», 06-dic-2011. [Online]. Available:

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley_0590_2000.html. [Accessed: 06-dic-2011].

[12] A. Montoya, I. Montoya, y O. Castellanos, «Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos», *Agronomía Colombiana*, vol. 28, n°. 1, pp. 107–117, 2010.

[13] D. Villegas y I. Toro, «LAS PYMES: UNA MIRADA A PARTIR DE LA EXPERIENCIA ACADÉMICA DEL MBA», *REVISTA MBA EAFIT*, pp. 86–101, de Noviembre de 2009.

[14] fundes.org, «LA REALIDAD DE LA PYME COLOMBIANA», 09-dic-2011. [Online]. Available: <http://www.fundes.org/uploaded/content/publicacione/1241969270.pdf>. [Accessed: 09-dic-2011].

[15] L. Velázquez, «ESTUDIO DEL ALACANCE DE LA IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN, COMO APOYO AL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS, EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEL SECTOR MANUFACTURERO EN BOGOTÁ.», Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C., 2003.

[16] R. Galvis, «El aporte economico de las pymes en Colombia», *Entramado*, vol. 4, pp. 64–79, jun. 2008.

[17] D. D. Urbano y D. U. y N. Toledano, *Invitación al emprendimiento: una aproximación a la creación de empresas*. Editorial UOC, 2009.

[18] P. F. de V., José Antonio, *Gestión por procesos*. ESIC Editorial, 2007.

[19] buscon.rae.es, «Diccionario de la lengua española - Vigésima segunda edición», 08-dic-2011. [Online]. Available:

http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=proceso. [Accessed: 08-dic-2011].

[20] catering.com.co, «NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO 9000», 08-dic-2011. [Online]. Available:

<http://www.catering.com.co/Bancomedios/archivos/norma iso9000.pdf>. [Accessed: 08-dic-2011].

[21] S. Aguirre y N. Córdoba, «Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas», *Ingeniería y Universidad*, vol. 12, n.º. 2, pp. 245–267, 2008.

[22] M. Lewis y N. Slack, *Operations Management: Critical Perspectives on Business and Management*. Routledge, 2003.

[23] M.-C. Y. Fu-Ren Lin, «A generic structure for business process modeling», *Business Process Management Journal*, vol. 8, n.º. 1, pp. 19–41, 2002.

[24] D. Miers, «Best Practice (BPM)», *Queue*, vol. 4, n.º. 2, pp. 40–48, mar. 2006.

[25] M. Chinosi, «Representing Business Processes: Conceptual Model and Design Methodology», Università degli Studi dell'Insubria Dipartimento di Informatica e Comunicazione, Italia, 2008.

[26] G. M. Giaglis, «A Taxonomy of Business Process Modeling and Information Systems Modeling Techniques», *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, vol. 13, n.º. 2, pp. 209–228, 2001.

[27] omg.org, «BPMN 2.0». [Online]. Available: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>. [Accessed: 22-abr-2012].

[28] omg.org, «BPMN», 23-dic-2011. [Online]. Available:

<http://www.omg.org/spec/BPMN/>. [Accessed: 23-dic-2011].

[29] M. Weske, *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. Springer, 2007.

- [30] L. Verner, «BPM: The Promise and the Challenge», *Queue*, vol. 2, n°. 1, pp. 82–91, mar. 2004.
- [31] M. Chinosi y A. Trombetta, «Modeling and Validating BPMN Diagrams», 2009, pp. 353–360.
- [32] C. Ling y L. Xin, «Achieving Business Agility by Integrating SOA and BPM Technology», 2009, vol. 1, pp. 334–337.
- [33] H. Buelow, M. Das, y M. Deb, *Getting Started with Oracle Bpm Suite 11gr1 - A Hands-On Tutorial*. Packt Publishing, Limited, 2010.
- [34] M. Havey, *Essential business process modeling*. O'Reilly Media, Inc., 2005.
- [35] F. Aksu, K. Vanhoof, y L. De Munck, «Evaluation and comparison of business process modeling methodologies for small and midsized enterprises», 2010, pp. 664–667.
- [36] L. Abeti, P. Ciancarini, y R. Moretti, «Business Process Modeling for Organizational Knowledge Management», in *Concurrency, Graphs and Models*, vol. 5065, P. Degano, R. Nicola, y J. Meseguer, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 301–311.
- [37] H. Bing y X. Dan-Mei, «Research and Design of Document Flow Model Based on JBPM Workflow Engine», 2009, vol. 1, pp. 336–339.
- [38] V. Hoyer y O. Christ, «Collaborative E-Business Process Modelling: A Holistic Analysis Framework Focused on Small and Medium-Sized Enterprises», in *Business Information Systems*, vol. 4439, W. Abramowicz, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 41–53.
- [39] J. Romero, «Implantación de software comercial Vs. desarrollo a la medida – ¿cómo definir una estrategia y cómo ponerla en marcha?», Bogotá, 12-dic-2011.
- [40] technologyevaluation.com, «About TEC RFP/RFI Enterprise Software Templates», 02-ene-2012. [Online]. Available: http://www2.technologyevaluation.com/ppc/request/rfp_request_AboutTemplates.asp. [Accessed: 02-ene-2012].

- [41] technologyevaluation.com, «Business Process Management (BPM) RFP Templates», 06-ene-2012. [Online]. Available: <http://rfp.technologyevaluation.com/store.asp?catid=23>. [Accessed: 06-ene-2012].
- [42] bonitasoft.com, «Consultorías e Integradores de sistemas», 31-dic-2011. [Online]. Available: <http://es.bonitasoft.com/partners/consultorias-e-integradores-de-sistemas>. [Accessed: 31-dic-2011].
- [43] technologyevaluation.com, «TEC :: Compare Business Process Management Software», 31-dic-2011. [Online]. Available: http://www2.technologyevaluation.com/ppc/request/BPM_eval_blue.asp?se=google&gclid=CNOtz6vErK0CFYPc4AodSjynlg. [Accessed: 31-dic-2011].
- [44] javeriana.edu.co, «Facultad de Ingeniería», 04-ene-2012. [Online]. Available: http://portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt_dpto_sistemas/Secciones. [Accessed: 04-ene-2012].
- [45] javeriana.edu.co, «Facultad de Ingeniería». [Online]. Available: http://portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt_facultad/Estructura%20organizacional. [Accessed: 21-abr-2012].
- [46] openkm.com, «Workflow Guide - OpenKM Documentation», 07-ene-2012. [Online]. Available: http://wiki.openkm.com/index.php/Workflow_Guide. [Accessed: 07-ene-2012].
- [47] B. Silver, *BPMN Method and Style: A Levels-based Methodology for BPM Process Modeling and Improvement Using BPMN 2.0*. Cody-Cassidy Press, 2009.
- [48] jboss.org, «Community: Mail Server Configuration in JBPM». 18-mar-2009.
- [49] iberodoc.com, «IBERODOC_La_empresa_sin_papeles.pdf», 17-dic-2011. [Online]. Available:

http://www.iberodoc.com/adaptingsystem/intercambio/descargas/es/descargables/IBERODOC_La_empresa_sin_papeles.pdf. [Accessed: 17-dic-2011].

[50] JBoss ESB Development Team with Community Contributions, «Programmers Guide Your guide to developing for the JBoss ESB». [Online]. Available: http://docs.jboss.org/jbossesb/docs/4.9/manuals/pdf/Programmers_Guide.pdf. [Accessed: 21-abr-2012].

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1. FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE BPMS

8.2 ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO

8.3 ANEXO 3. EVALUACIÓN DE BONITA OPEN SOLUTION 5.5.1 Y JBOSS
JBPM 3.3.1

8.4 ANEXO 4. MODELO BPMN DEL PROCESO DE NEGOCIO PILOTO

8.5 ANEXO 5. MANUAL DE INSTALACIÓN Y DESPLIEGUE