



Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería

7-12 Noviembre

Jornadas **Chilenas** de
Computación 2005

<http://jcc2005.inf.uach.cl>



Instituto de Informática

Valdivia

PROGRAMA
XIII Jornadas Chilenas de Computación

<http://jcc2005.inf.uach.cl>

7 al 12 de noviembre del 2005

Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación

<http://www.sccc.cl>

Instituto de Informática

<http://www.inf.uach.cl>

Universidad Austral de Chile
Valdivia

Comité Organizador:

Luis Álvarez, lavarez@uach.cl (Presidente)

Raimundo Vega, rvega@uach.cl

Julio D. Guerra, julioguerra@uach.cl

Eliana Scheihing, escheihi@uach.cl

Tabla de Materias

Resúmenes de Tutoriales.....	2
Resúmenes de Conferencias.....	11
Encuentro Chileno de Computación (ECC).....	17
Congreso Chileno de Educación Superior en Computación (CCESC).....	23
Workshop de Inteligencia Artificial (WAI).....	26
Workshop de Ingeniería de Software (WIS).....	29
Workshop de Sistemas Distribuidos y Paralelismo (WSDP).....	32
Internacional Conference of Chilean Computer Science Society.....	33

**Congreso Chileno de Educación en Computación.
Martes 8 de noviembre de 2005
Sala Paraninfo, Universidad Austral, Valdivia, Chile
Programa.**

Sesión I. 9:00 a 10:30

Moderador: Angélica Urrutia, UCM

9:00-9:05 Bienvenida al CCESC 2005

9:10-9:30 Artículo 1. Graciela Barchini, Susana Herrera,
Sylvia Ger, Argentina

¿CÓMO FOMENTAR Y ACTIVAR EL PENSAMIENTO CREATIVO
PARA FORMULAR INVESTIGACIONES EN INFORMÁTICA?

Presentado por: Carolina Ger

9:30-9:50 Artículo 2. Jorge López, Cecilia Hernández,
Yussef Farrán, Chile

PLATAFORMA DE AUTO APRENDIZAJE Y EVALUACION
AUTOMATICA

Presentado por: Jorge López

9:50-10:10 Artículo 3. Eduardo B. Fernandez, María M.
Larrondo Petrie, USA

A sequence of security courses based on a methodology with
patterns

Presentado por: María Larrondo

10:10-10:30 Artículo 4. María Caro Gutiérrez, Coral Calero,
Chile-España

Análisis y revisión de la literatura en el contexto de proyectos
de fin de carrera: Una propuesta.

Presentado por: Francisco Ruiz, UCLM

V Workshop de Ingeniería de Software (WIS 2005)
Miércoles 9 de Noviembre del 2005
Universidad Austral de Chile, Valdivia
Programa

Sesión I.

Moderador: Sergio Ochoa.

9:15 a 10:30 Sala Paraninfo.

9:15 - PALABRAS DE BIENVENIDA. Sergio Ochoa. Chile.

9:30 - ALCANZANDO CMMI A TRAVÉS DE MÉTODOS ÁGILES. Julio Ariel Hurtado Alegría, M. Cecilia Bastarrica. Colombia - Chile.

9:50 - VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DINÁMICAS TEMPORALES DE UN PROCESO SOFTWARE CONVENCIONAL. Mabel del V. Sosa, María I. Ledesma, Silvia T. Acuña Marta Gómez. Argentina - España.

10:10 - MEJORAS EN RUP PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AULAS VIRTUALES: CASO DE ESTUDIO IESA.

Luis E. Mendoza, María A. Pérez, Gabriela Díaz- Antón, Anna Grimán, Patricia Ottaviano, Nilzaris Cova. Venezuela.

Sesión II.

Moderador: Cecilia Bastarrica.

11:00 a 12:30hs, Sala Paraninfo.

11:00 - LOS DIEZ ATRIBUTOS BLANDOS DE LA CALIDAD DE SOFTWARE.

Ivana M.L. Galván, Graciela E. Barchini, Diana Palliotto. Argentina.

11:20 - APLICACIÓN DE MÉTRICAS SOFTWARE EN LA EVALUACIÓN DE MODELOS DE PROCESOS DE NEGOCIO. Elvira Rolón Francisco Ruiz, Félix García, Mario Piattini. México - España.

11:40 - ESTUDO SOBRE FATORES QUE INFLUENCIAM EM PROJÉTOS DE MELHORIA DE PROCESSOS DE SOFTWARE. Josiane Brietzke, Abraham Rabelo. Brasil.

12:00 - HACIA UNA ONTOLOGÍA PARA FÁBRICAS DE SOFTWARE. Kenyer Domínguez, María A. Pérez, Luis E. Mendoza y Anna Grimán. Venezuela.

Sesión III.

Moderador: Hernán Astudillo

15:00 a 16:30 Aula Magna

15:00 - GOOSE: UMA FERRAMENTA PARA INTEGRAR MODELAGEM ORGANIZACIONAL E MODELAGEM FUNCIONAL. Marcelo Brischke, Víctor F.A. Santander, Jaelson F. B. Castro. Brasil.

15:20 - ALEM: UM AMBIENTE P2P PARA O COMPARTILHAMENTO DE COMPONENTES DE SOFTWARE. Gabriel Nascimento, Luciano Ulhoa, Pedro Costa, Rodrigo Almeida. Brasil.

15:40 - CUMPRIMENTO DE REQUISITOS DE QUALIDADE PELOS SÍTIOS WEB DAS UNIVERSIDADES PORTUGUESAS: ESTUDO COMPARATIVO. Álvaro Rocha, Fátima Silva, Sónia Gonçalves, Sónia Cardoso. Portugal.

PROGRAMA

JORNADAS CHILENAS DE COMPUTACIÓN 2005

Todos los eventos se realizarán en el campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile

Lugar: Aula Magna					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
09:00 - 10:30	Inscripciones	Tutorial 2	Tutorial 3	Tutorial 4	Tutorial 6
10:30 - 11:00				Break	
11:00 - 12:30	Inauguración	Tutorial 2	Tutorial 3	Tutorial 4	Tutorial 6
12:30 - 13:30	Conferencia Prof. Hills	Conferencia Prof. Cela	Conferencia Prof. Carretero	Conferencia Prof. Tanter	Conferencia Prof. Arenas
15:00 - 16:30	Tutorial 1	WAI	WIS	Tutorial 5	
16:30 - 17:00	Tutorial 1	WAI	Break	Tutorial 5	

Lugar: Sala Paraninfo						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
09:00 - 10:30		CCESC	WIS	WSDP	ECC	
10:30 - 11:00				Break		
11:00 - 12:30		CCESC	WIS	WSDP	ECC	Campeonato ACM
15:00 - 16:30	ECC	CCESC	WAI	Break	ECC	Tutorial 7
17:00 - 18:30	ECC	CCESC	WAI	ECC	Tutorial 7	
18:30 - 19:30		Mesa Redonda ESC	Mesa Redonda AI	Academia SOCC		

Lugar: Ed. Nahmias Auditorium N°3	
Jueves 10 de Nov.	
09:00 - 11:00	Conf. Int. SCCC
11:00 - 11:30	Break
11:30 - 13:00	Conf. Int. SCCC
15:00 - 17:00	Conf. Int. SCCC
17:00 - 17:30	Break
17:30 - 19:30	Conf. Int. SCCC

Conferencias		
Profesor	Universidad	Nombre de la Conferencia
Alex Hills	Carnegie Mellon	Smart Wi - Fi
Jose María Cela	U. Cataluna, España	El Proyecto Mare Nostrum
Jesús Carretero	U. Carlos III de Madrid	Entrada/salida en Sistemas Distribuidos y Paralelos
Eric Tanter	U. de Chile	Ambient-Oriented Programming Designing an Object-Oriented Language for Ambient Intelligence
Marcelo Arenas	PUC de Chile	Bases de datos XML bien diseñadas

Leyenda de Colores	
	Inteligencia Artificial
	Sistemas Distribuidos y Arquitectura
	Programación
	Ingeniería de Software

Leyenda de Siglas	
ECC:	XIII Encuentro Chileno de Computación
CCESC:	VIII Congreso Chileno de Educación Superior en Computación
WAI:	VI Workshop de Inteligencia Artificial
WIS:	V Workshop Chileno de Ingeniería de Software
WSDP:	IX Workshop de Sistemas Distribuidos y Paralelismo

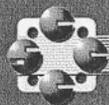
Organiza:

Instituto de Informática
Universidad Austral de Chile
Fono: (56)(63) 221427 - Fax: (56)(63) 293115
www.inf.uach.cl

Patrocinadores:



Universidad Austral
de Chile



Sociedad Chilena
de Ciencia
de la Computación

APLICACIÓN DE MÉTRICAS SOFTWARE EN LA EVALUACIÓN DE MODELOS DE PROCESOS DE NEGOCIO

Elvira Rolón
Universidad Autónoma de Tamaulipas-FIANS
Centro Universitario Tampico-Madero
89336 Tampico, Tamps. México
erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es
Fax: +34 926295354

Francisco Ruiz, Félix García, Mario Piattini
Universidad de Castilla-La Mancha
Paseo de la Universidad No. 4
13071 Ciudad Real, España
{francisco.ruizg, felix.garcia, mario.piattini}@uclm.es

Resumen

En este trabajo se proponen un conjunto de métricas para la evaluación de modelos conceptuales de procesos de negocio. La propuesta supone la adaptación y extensión del marco FMESP (*Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes*). Esta adaptación se puede realizar gracias a las similitudes existentes entre ambos tipos de procesos (software y de negocio), de manera que el conjunto de métricas incluidas en FMESP se ha podido adoptar como punto de partida. Parte del proceso de adaptación consiste en tener en cuenta que los lenguajes de modelado de procesos y los metamodelos subyacentes son diferentes en ambos casos. Mientras que en FMESP los procesos software se modelan utilizando el metamodelo SPEM propuesto por la OMG, en la nueva propuesta para procesos de negocio se utiliza la notación BPMN, que básicamente consiste en utilizar una representación gráfica de tipo diagramas de flujo. Adicionalmente, el conjunto de métricas de FMESP ha debido ser extendido porque los modelos de procesos de negocio representados en BPMN incluyen bastantes aspectos de interés en este dominio, que no son considerados en el caso de los procesos software modelados con SPEM.

Palabras Clave: Procesos de Negocio, Procesos Software, Métricas, Modelos Conceptuales, BPMN.

1. Introducción

Los procesos software y los procesos de negocio presentan ciertas similitudes, siendo la más común de ellas el que ambos tratan de capturar las principales características de un grupo de actividades parcialmente ordenadas que son llevadas a cabo para lograr una meta específica. Ahora bien, mientras que el objetivo de un proceso software es obtener un producto software [1], el de un proceso de negocio es obtener resultados beneficiosos (generalmente un producto o servicio) para los clientes u otros afectados por el proceso [2].

También existen ciertas características en común en cuanto al modelado de ambos tipos de procesos. Según Finkelstein et al. [3], un modelo de proceso software es una descripción abstracta de las actividades por las cuales el software es desarrollado, enfocándose en modelos que son ejecutables, interpretables ó capaces de acceder al razonamiento automatizado.

Por otro lado, un modelo de proceso de negocio describe cómo funciona el negocio [4], es decir, describe las actividades involucradas en el negocio y la manera en que se relacionan unas con otras e interactúan con los recursos necesarios para lograr la meta del proceso. Los modelos de procesos de negocio

sirven, básicamente, para [5, 6]: i) facilitar la comprensión de los mecanismos clave de un negocio; ii) servir de base para la creación de sistemas de información apropiados que den soporte al negocio; iii) mejorar la estructura y operativa actuales del negocio; iv) mostrar la estructura del negocio innovado; v) identificar oportunidades de externalización; y vi) facilitar la alineación de las tecnologías de la información y comunicación con las necesidades y estrategia del negocio.

Una peculiaridad común a los procesos software y de negocio es el hecho de que las circunstancias de mercado de la última década han conducido, tanto a los ingenieros y desarrolladores de software como a los analistas de negocios y las organizaciones en general, a tener que centrarse en sus procesos como un punto de referencia para prosperar y sobrevivir [7]. Esta situación ha incrementado la necesidad de analizar, evaluar, medir y mejorar los procesos, tanto software como de negocio.

En este trabajo nos hemos centrado en la evaluación del nivel conceptual de los modelos de procesos de negocio, mediante el uso de métricas. Esto puede ser un aspecto clave para obtener modelos de más calidad que puedan servir como soporte para mejorar el mantenimiento de los procesos de negocio.

Wedemeijer [8] define al modelo conceptual del proceso como un modelo abstracto del proceso de negocio cuyo propósito es perfilar todas las acciones indispensables para producir los resultados esenciales, y que es activado en función del cliente, independientemente de cómo, cuándo, por quién ó por cual medio sean producidos éstos resultados. Por tanto, los modelos conceptuales de procesos muestran lo que un sistema hace o debe hacer de manera independiente a la implementación.

Habitualmente el lenguaje para representar modelos conceptuales de procesos de negocio utiliza una representación gráfica. Este es el caso de “*Business Process Modeling Notation*” (BPMN) [9], el nuevo estándar para el modelado de procesos de negocio y procesos de Servicios Web, propuesto por la “*Business Process Management Initiative*” (BPMI).

El principal objetivo de BPMN es proporcionar una notación que pueda ser fácilmente entendible por todos los usuarios de negocios, desde los directivos, pasando por los analistas, hasta los desarrolladores técnicos [10]. Para lograrlo, BPMN facilita el modelado de procesos de negocio de alto nivel mediante Diagramas de Procesos de Negocio (DPN), que están basados en diagramas de flujo.

Por otro lado, en el ámbito de los procesos software existe la especificación SPEM “*Software Process Engineering Metamodel*” formulada por la “*Object Management Group*” [11]. SPEM es un metamodelo genérico para la definición de procesos software y está basado en el meta-metamodelo universal de MOF (*Meta Object Facility*), que es una norma aprobado por el OMG (*Object Management Group*) para la definición, representación y gestión de metadatos [12], al igual que UML, por lo que gana su inherente expresividad para representar modelos descriptivos de procesos software.

En este trabajo se describe una propuesta de métricas para modelos conceptuales de procesos de negocio representados con BPMN, que está basada en la adaptación del marco FMESP (*Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes*) [13] para la medición de procesos software, en el que los modelos se representan en base a SPEM.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera. En el apartado 2 se presentan los antecedentes directos a este trabajo: las métricas para modelos conceptuales de procesos software de FMESP y una breve presentación de BPMN. En el apartado 3 se presenta la adaptación de las métricas software definidas en FMESP al ámbito de los modelos de procesos de negocio. En el apartado siguiente se describen las nuevas métricas definidas para aspectos específicos de los modelos de procesos de negocio. En

el apartado 5, se proporciona un ejemplo del cálculo de las métricas para un modelo de proceso concreto representado con BPMN. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y los trabajos en curso y futuros.

2. Antecedentes

Este trabajo está basado en la propuesta FMESP [13], la cual consiste de un marco para el modelado y medición del proceso software. FMESP está basado en la idea de que es necesario llevar a cabo una buena administración de los procesos software con el propósito de obtener productos software con calidad, y tal gestión la considera de una manera integrada abarcando dos importantes aspectos: el modelado y la evaluación del proceso. Como resultado, proporciona el soporte conceptual y tecnológico para el modelado y medición de procesos software para promover su mejora.

Para la evaluación del proceso software, FMESP incluye un conjunto de métricas las cuales miden la complejidad estructural de los modelos de proceso software (MPS). El objetivo es evaluar la influencia de la complejidad estructural de los MPS en su mantenibilidad. Las métricas de FMESP han sido definidas en dos niveles diferentes: a) a nivel de modelo, para evaluar la complejidad estructural del modelo en su totalidad; y b) a nivel de los elementos fundamentales del modelo, para evaluar la complejidad concreta de elementos tales como las *actividades*, los *roles* o los *productos de trabajo*.

Las métricas de FMESP fueron definidas analizando el metamodelo SPEM [11] y están clasificadas en métricas base, las cuales se obtienen contando el número de constructores más significativos del metamodelo SPEM y sus relaciones y, métricas derivadas, las cuales son obtenidas como resultado de aplicar funciones de medición en otras métricas base y/o derivadas.

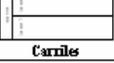
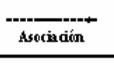
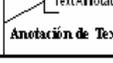
Los modelos de procesos de negocio (MPN) tienen un amplio rango de usos tales como el soporte a la re-ingeniería de procesos, la simulación ó servir como base para el desarrollo de sistemas que automatizan dichos procesos. Los MPN pueden ser creados o presentados usando diversos lenguajes, que son bastante diferentes entre sí, dado que cada uno tiene una manera diferente de ver los procesos dependiendo del propósito para el cuál fueron creados [4].

De los lenguajes mencionados en la literatura, los siguientes merecen especial atención para el modelado de procesos de negocio: IDEF0 [14], IDEF3 [15], UML [6], UML 2.0 [16] y BPMN [9]. Ésta última es

la notación estándar del BPMI en la cuál está basado nuestro trabajo. BPMN proporciona una notación gráfica para expresar procesos de negocio mediante un Diagrama de Proceso de Negocio (DPN), que está basado en una técnica de diagramas de flujo adaptada para la creación de modelos gráficos de las operaciones de procesos de negocio. Un DPN está compuesto de dos categorías básicas de elementos: la primera son los elementos centrales con los cuales es posible desarrollar modelos de procesos simples y; la segunda incluye los elementos que permiten la creación de MPN complejos o de alto nivel.

Las cuatro clases que componen la lista de elementos centrales son los *Objetos de Flujo*, *Objetos de Conexión*, *Carriles* y *Artefactos*. Los símbolos correspondientes a los elementos centrales se muestran en la Tabla 1. Además dentro de cada categoría de dichos elementos centrales hay una lista más extensiva de constructores de procesos de negocio en la notación BPMN que constituyen la lista completa de elementos, los cuales se mostrarán en el siguiente apartado al definir las métricas para MPN.

Tabla 1. Elementos Centrales en un Diagrama de Procesos de Negocio

Conjunto de Elementos Centrales del DPN			
Objetos de Flujo	Objetos de Conexión	Carriles	Artefactos
 Eventos	 Flujo de Secuencia	 Participante	 Objetos de Datos
 Actividades	 Flujo de Mensaje	 Carriles	 Grupos
 Decisiones y/o Uniones	 Asociación		 Anotación de Texto

3. Aplicando FMESP a Modelos de Procesos de Negocio con BPMN

El objetivo con la definición y la validación de las métricas en FMESP es el de determinar un grupo de indicadores útiles para la mantenibilidad de los modelos de proceso software evaluando su complejidad estructural. La propuesta de FMESP está basada en el hecho de que la investigación en la medición de procesos software ha estado centrada en el estudio de los resultados de la ejecución y no en la repercusión que podría tener la complejidad estructural de los modelos de procesos en su calidad.

Una situación similar sucede en el área del modelado de procesos de negocio. Como resultado de la investigación por parte de la gente de negocios, en la literatura se pueden encontrar diversas propuestas para la evaluación de procesos, la mayoría desde el

punto de vista de los resultados obtenidos en su ejecución. Lo que significa que los aspectos evaluados en la investigación sobre la medición de procesos de negocio corresponden principalmente al nivel de ejecución del proceso, donde incluso se han considerado dos categorías de métricas: operativas y estructurales [17]. Por otro lado, también existen propuestas o marcos de trabajo para evaluar la calidad de las técnicas para el modelado de procesos de negocio [18].

Considerando nuestro interés en evaluar los procesos de negocio a partir del modelo que lo representa en un nivel conceptual, nuestro trabajo recaptura la propuesta de FMESP, adaptándola y extendiéndola a modelos de proceso de negocio. Para lograr tal objetivo, hemos definido un conjunto de métricas para evaluar la complejidad estructural de los MPN en un nivel conceptual.

La meta es tener evidencia empírica acerca de la influencia que la complejidad estructural de los MPN puede tener en su mantenibilidad. Esto puede proporcionar a las compañías de la base cuantitativa necesaria para desarrollar MPN más mantenibles. El primer paso para lograr esta meta ha sido definir un conjunto de métricas apropiadas para la evaluación de la complejidad estructural de los modelos de proceso de negocio. La definición de estas métricas está basada en los elementos que componen el metamodelo de BPMN y han sido agrupadas en dos categorías principales: Métricas Base y Métricas Derivadas.

Las métricas base han sido definidas contando los diferentes tipos de elementos que componen un MPN representado con BPMN. En la Tabla 2 se muestran las métricas base definidas para el constructor “Evento” perteneciente a la categoría de *Objetos de Flujo* del metamodelo BPMN. Se ha definido una métrica para cada uno de los disparadores de eventos (inicio, intermedio y finales) con los cuáles es posible identificar la causa del inicio o final del flujo dentro del modelo, así como los elementos que modifican el flujo en un punto intermedio del mismo.

El constructor “Actividad” es otro de los elementos pertenecientes a la categoría de *Objetos de Flujo* del metamodelo BPMN; y una actividad en el diagrama de proceso de negocio puede ser de dos clases: actividades atómicas (Tareas) ó actividades compuestas (Sub-Procesos Colapsados). A su vez dentro de cada una de estas dos clases se pueden observar distintos tipos de tareas o sub-procesos. En la Tabla 3 se muestran las métricas base definidas para cada uno de los cuatro tipos de tareas y los cinco tipos de sub-procesos colapsados existentes en el metamodelo BPMN.

Tabla 2. Métricas Base para el Elemento Evento de los Objetos de Flujo del DPN.

Elemento Central	Notación	Nombre Métrica	Métrica Base	Definición
Eventos de Inicio	 Inicio	NSNE	Número de Eventos de Inicio simple	Indica el número total de eventos de inicio simple en el modelo
	 Tiempo	NSTE	Número de eventos de Inicio de Tiempo	Indica el núm. total de eventos de inicio de tiempo en el modelo
	 Mensaje	NSMsE	Número de Eventos de Inicio de Mensaje	Indica el núm. total de eventos de inicio de mensaje en el modelo
	 Regla	NSRE	Número de Eventos de Inicio de Regla	Indica el núm. total de eventos de inicio de regla en el modelo
	 Vínculo	NSLE	Número de Eventos de Inicio de Vínculo	Indica el núm. total de eventos de inicio de vínculo en el modelo
	 Múltiple	NSMuE	Número de Eventos de Inicio Múltiple	Indica el núm. total de eventos de inicio múltiple en el modelo
Eventos Intermedios	 Intermedio	NINE	Número de Eventos Intermedios simples	Indica el núm. total de eventos intermedios simples en el modelo
	 Tiempo	NITE	Núm. de Eventos Intermedios de Tiempo	Indica el núm. total de eventos intermedios de tiempo en el modelo
	 Mensaje	NIMsE	Núm. de Eventos Intermedios de Mensaje	Indica el núm. total de eventos intermedios de mensaje en el modelo
	 Error	NIEE	Número de Eventos Intermedios de Error	Indica el núm. total de eventos intermedios de error en el modelo
	 Cancelación	NICaE	Número de Eventos Intermedios de Cancelación	Indica el núm. total de eventos intermedios de cancelación en el modelo
	 Compensación	NICoE	Núm. de Eventos Intermedios de Compensación	Indica el núm. total de eventos intermedios de compensación en el modelo
	 Regla	NIRE	Número de Eventos Intermedios de Regla	Indica el núm. total de eventos intermedios de regla en el modelo
	 Vínculo	NILE	Núm. de Eventos Intermedios de Vínculo	Indica el núm. total de eventos intermedios de vínculo en el modelo
 Múltiple	NIMuE	Núm. de Eventos Intermedios Múltiples	Indica el núm. total de eventos intermedios múltiples en el modelo	
Eventos Finales	 Final	NENE	Número de Eventos Finales Simples	Indica el núm. total de eventos finales simples en el modelo.
	 Mensaje	NEMsE	Número de Eventos Finales de Mensaje	Indica el núm. total de eventos finales de mensaje en el modelo.
	 Error	NEEE	Número de Eventos Finales de Error	Indica el núm. total de eventos finales de error en el modelo.
	 Cancelación	NECaE	Núm. de Eventos Finales de Cancelación	Indica el núm. total de eventos finales de cancelación en el modelo.
	 Compensación	NECoE	Núm. de Eventos Finales de Compensación	Indica el núm. total de eventos finales de compensación en el modelo.
	 Vínculo	NELE	Número de Eventos Finales de Vínculo	Indica el núm. total de eventos finales de vínculo en el modelo.
	 Múltiple	NEMuE	Número de Eventos Finales Múltiples	Indica el núm. total de eventos finales múltiples en el modelo.
	 Terminación	NETE	Núm. de Eventos Finales de Terminación.	Indica el núm. total de eventos finales de terminación en el modelo.

Tabla 3. Métricas Base para el elemento Actividad de los Objetos de Flujo del DPN

Elemento Central	Notación	Nombre Métrica	Métrica Base	Definición
Tareas	 Tarea	NT	Número de Tareas	Indica el número total de tareas en el modelo
	 Bucle	NTL	Número de Tareas de Bucle	Indica el número total de tareas de bucle en el modelo
	 Instancias Múltiples	NTMI	Número de Tareas de Instancia Múltiple	Indica el núm. total de tareas de instancia múltiple en el modelo
	 Compensación	NTC	Número de Tareas de Compensación	Indica el núm. total de tareas de compensación en el modelo
Sub-Procesos Colapsados	 Sub-Proceso Colapsado	NCS	Número de Sub-Procesos Colapsados	Indica el número total de sub-procesos colapsados en el modelo
	 Bucle	NCSL	Número de Sub-Procesos Colapsados de Bucle	Indica el número total de sub-procesos colapsados de bucle en el modelo
	 Instancia Múltiple	NCSMI	Número de Sub-Procesos Colapsados de Instancia Múltiple	Indica el número total de sub-procesos colapsados de instancia múltiple en el modelo
	 Compensación	NCSC	Número de Sub-Procesos Colapsados de Compensación	Indica el número total de sub-procesos colapsados de compensación en el modelo
	 Ad-Hoc	NCSA	Número de Sub-Procesos Colapsados Ad-Hoc	Indica el número total de sub-procesos colapsados ad-hoc en el modelo

Dentro de la misma categoría de *Objetos de Flujo*, está el elemento “Decisión ó Unión” que es el elemento usado para controlar la divergencia y convergencia del flujo de secuencia. En el DPN hay cinco tipos de decisiones o uniones, para los cuales se ha definido una métrica en función de cada uno de ellos (ver Tabla 4).

Con las métricas mostradas en la Tabla 4, es posible conocer el número de Decisiones/Uniones que generan bifurcaciones o uniones del flujo de secuencia en punto específico del proceso. Otros elementos importantes a considerar dentro de los elementos

centrales del DPN, correspondientes a las categorías de Objetos de Conexión, Carriles y Artefactos, son mostrados en la Tabla 5, con sus respectivas métricas base.

La propuesta de métricas para modelos de procesos de negocio incluye algunas métricas derivadas significativas que establecen las proporciones existentes entre los diferentes elementos del modelo y que son obtenidas en función de las métricas base. Las métricas derivadas definidas para modelos de proceso de negocio desarrollados con BPMN se muestran en la Tabla 6.

Tabla 4. Métricas Base para los tipos de control de Decisiones de los Objetos de Flujo del DPN.

Elemento Central	Notación	Nombre Métrica	Métrica Base	Definición
Decisión Exclusiva Basada en Datos (XOR)		NEDEB	Número de Decisión/Unión Exclusiva Basada en Datos	Indica el número de puntos de decisión/unión exclusivas basadas en datos del modelo
Decisión Exclusiva Basada en Eventos (XOR)		NEDEB	Número de Decisión/Unión Exclusiva Basada en Eventos	Indica el número de puntos de decisión/unión exclusivas basadas en eventos del modelo
Inclusiva (OR)		NID	Número de Decisión/Unión Inclusiva	Indica el número de puntos de decisión/unión inclusivas del modelo
Compleja		NCD	Número de Decisión/Unión Compleja	Indica el número de puntos de decisión/unión complejas del modelo
Paralela (AND)		NPF	Número de Bifurcaciones/uniones Paralelas	Indica el número de puntos de bifurcación/unión paralelas del modelo

Tabla 5. Métricas Base para los Objetos de Conexión, Carriles y Artefactos del DPN.

Elemento Central	Notación	Nombre Métrica	Métrica Base	Definición
Flujo de Secuencia		NSF	Número de Flujos de Secuencia en el Proceso	Indica el Número de flujos de secuencia entre eventos y actividades en el modelo del proceso.
Flujo de Mensaje		NMF	Número de Flujos de Mensaje entre participantes en el Proceso	Indica el número de flujos de mensaje entre los participantes en el modelo del proceso
Participantes		NP	Número de Participantes en el Proceso	Indica el Número de participantes en el modelo del proceso
Carriles		NL	Número de Carriles en el Proceso	Indica el Número de roles internos, sistemas y/o departamentos internos dentro de los participantes en el modelo del proceso.
Objetos de Datos (Entradas)		NDOIn	Número de Objetos de Datos de entrada a actividades en el Proceso	Indica el Número de objetos de datos usados como entradas a las actividades en el modelo del proceso.
Objetos de Datos (salidas)		NDOOut	Número de Objetos de Datos de Salida de actividades en el proceso.	Indica el Número de objetos de datos usados como salidas de las actividades en el modelo del proceso.

Tabla 6. Definición de Métricas Derivadas en función de las Métricas Base

Nombre	Métrica y Formula	Definición
NTSE	Número Total de Eventos de Inicio del Modelo $TNSE = NSNE + NSTE + NSMsE + NSRE + NSLE + NSMuE$	Indica el número total de Eventos de Inicio en el Modelo del Proceso
NTIE	Número Total de Eventos Intermedios del modelo $TNIE = NINE + NITE + NIMsE + NIEE + NICaE + NICoE + NIRE + NILE + NIMuE$	Indica el número total de Eventos Intermedios en el Modelo del Proceso
TNEE	Número Total de Eventos Finales del Modelo $TNEE = NENE + NEMsE + NEEE + NECaE + NECoE + NELE + NEMuE + NETE$	Indica el número total de Eventos Finales en el Modelo del Proceso
TNT	Número Total de Tareas del Modelo $TNT = NT + NTL + NTMI + NTC$	Indica el número total de Tareas en el Modelo del Proceso
TNCS	Número Total de Sub-Procesos Colapsados del Modelo $TNCS = NCS + NCSL + NCSMI + NCSC + NCSA$	Indica el número total de Sub-Procesos Colapsados en el Modelo del Proceso
TNE	Número Total de Eventos del Modelo $TNE = NTSE + NTIE + TNEE$	Indica el Número total de Eventos (de Inicio, Intermedios y Finales) en el Modelo del proceso.
TNG	Número Total de Decisiones/Uniones del Modelo $TNG = NEDDB + NEDEB + NID + NCD + NPF$	Indica el Número total de Decisiones/Uniones en el Modelo del Proceso
TNDO	Número Total de Objetos de Datos en el Modelo $TNDO = NDOIn + NDOOut$	Indica el Número total de Objetos de Datos (de entrada y salida) en el Modelo del Proceso.
CLA	Nivel de Conectividad entre Actividades $CLA = \frac{TNT}{NSF}$	Indica la proporción entre el número total de Tareas y el total de dependencias de precedencia (Flujos de Secuencia) del Proceso.
CLP	Nivel de Conectividad entre Participantes $CLP = \frac{NMF}{NP}$	Indica la proporción del total de participantes en el Proceso y el Flujo de Mensajes entre ellos.
PDOPIIn	Proporción de Objetos de Datos como productos de entrada y el total de Objetos de Datos. $PDOPIIn = \frac{NDOIn}{TNDO}$	Indica la proporción de los Objetos de Datos que representan una entrada para una Actividad y el total de Objetos de Datos del Modelo de Proceso.
PDOPOut	Proporción de Objetos de Datos como productos de salida y el total de Objetos de Datos. $PDOPOut = \frac{NDOOut}{TNDO}$	Indica la proporción de los Objetos de Datos que representan una salida en relación a las Tareas del Modelo de Proceso.
PDOTOOut	Proporción de Objetos de Datos Producto resultante de las Actividades del Modelo. $PDOTOOut = \frac{NDOOut}{TNT}$	Indica la proporción de los Objetos de Datos que representan una salida en relación a las Tareas del Modelo de Proceso.
PLT	Proporción de Participantes y/o carriles y las actividades del Modelo $PLT = \frac{NL}{TNT}$	Indica la proporción del Número de roles o departamentos en relación a las Tareas del Modelo de Proceso.

Con las métricas base y derivadas propuestas, es posible evaluar la complejidad estructural de los modelos de proceso de negocio expresados con BPMN. Al analizar estructuralmente el modelo también puede ser evaluada su calidad. En particular, esta evaluación puede hacerse en referencia a los tres criterios de calidad para modelos conceptuales definidos por Lindland [19] : calidad semántica, calidad sintáctica y calidad pragmática.

4. Extensión de FMESP

En el apartado anterior se han presentado las métricas para evaluar tanto los MPS como los MPN. Estas métricas han sido definidas en base a dos diferentes metamodelos, SPEM para MPS y BPMN para MPN. Es importante resaltar que SPEM es un metamodelo genérico, y por lo tanto las métricas propuestas pueden ser aplicadas a otros lenguajes para el modelado de procesos, incluso en aquellos que no son específicos para software como BPMN.

Por otro lado, al estar BPMN enfocado específicamente en procesos de negocio presenta algunos aspectos que no están contemplados para procesos software, lo que significa que son necesarias nuevas métricas específicas. En la Tabla 7 se muestran los elementos de modelado considerados para la definición de métricas tanto en la notación de SPEM como en la de BPMN.

Tabla 7. Constructores de SPEM y BPMN para la definición de métricas

Elemento	SPEM (FMESP)	BPMN
Eventos		✓
Actividades	✓	✓
Decisiones/Uniones		✓
Productos de Trabajo (Objetos de Datos)	✓	✓
Roles (Carriles)	✓	✓
Dependencias (Flujo de Secuencia)	✓	✓
Flujo de Mensaje		✓
Participantes		✓

Como se puede observar en la tabla anterior, a pesar de que todos los constructores de SPEM están considerados también por el metamodelo BPMN, hay algunos elementos útiles en BPMN para el modelado de procesos de negocio que SPEM no contempla, tales como Eventos, Decisiones, Flujos de Mensaje y Participantes (entidades). Las métricas base definidas para estos elementos en particular se muestran en la Tabla 8.

Dado que las nuevas métricas base resultan del uso del metamodelo BPMN, también se genera un nuevo grupo de métricas derivadas, las cuales no han sido definidas en FMESP. Éstas nuevas métricas derivadas que surgen a partir de las métricas base mostradas en la tabla 8, se presentan en la Tabla 9.

Cabe mencionar que aunque el constructor *Actividad* está contemplado en ambas propuestas, aquí son incluidas como una extensión de FMESP debido a que en BPMN se pueden distinguir actividades atómicas y actividades compuestas, como ya se mencionó anteriormente.

Con todas la métricas definidas, tanto las base como las derivadas, creemos que se podría tener información acerca de la complejidad estructural del

modelo de proceso de negocio, permitiéndonos evaluar aspectos como su entendibilidad, coherencia, integridad, modificabilidad y consistencia para asegurar la calidad del modelo en un nivel conceptual [19].

En el siguiente apartado se presenta un ejemplo de un modelo de proceso de negocio usando BPMN, en el cual son aplicadas tanto las métricas definidas en FMESP para modelos de proceso software, así como las métricas que hemos definido especialmente para modelos de proceso de negocio.

5. Ejemplo de Aplicación de las Métricas.

Para ilustrar el cálculo de las métricas definidas para MPN, se proporciona un ejemplo que ha sido tomado de [20]. Este ejemplo (Figura 1) representa un modelo de proceso concurrente de la ingeniería para diseñar un chip. Nuestro objetivo es aplicar las métricas definidas en este trabajo para conocer sus características estructurales.

Tabla 8. Nuevas Métricas Base definidas en función de la Notación BPMN.

Elemento	Categoría	Métrica Base
Eventos	Inicio	NSNE, NSTE, NSMsE, NSRE, NSLE, NSMuE
	Intermedios	NINE, NITE, NIMsE, NIEE, NICaE, NICOE, NIRE, NILE, NIMuE
	Finales	NENE, NEMsE, NEEE, NECaE, NECoE, NELE, NEMuE, NETE
Actividades	Tareas	NT, NTL, NTMI, NTC
	Sub-procesos Colapsados	NCS, CSL, NCSMI, NCSC, NCSA
Decisiones		NEDDB, NEDEB, NID, NCD, NPF
Flujos de Mensaje		NMF
Participantes		NP

Tabla 9. Nuevas Métricas Derivadas en base a la Notación BPMN.

Nombre	Métrica
NTSE	Número Total de Eventos de Inicio del Modelo
NTIE	Número Total de Eventos Intermedios del Modelo
TNEE	Número Total de Eventos Finales del Modelo
TNT	Número Total de Tareas del Modelo
TNCS	Número Total de Sub-Procesos Colapsados del Modelo
TNE	Número Total de Eventos del Modelo
TNG	Número Total de Decisiones/Uniones del Modelo
CLP	Nivel de Conectividad entre Participantes
PDOPIn	Proporción de Objetos de Datos como Producto entrante y el total de Objetos de Datos
PDOPOut	Proporción de Objetos de Datos como Producto de salida y el total de Objetos de Datos
PDOTOut	Proporción de Objetos de Datos como Producto de salida de Actividades del Modelo
PLT	Proporción Participantes y/o Carriles y las Actividades del Modelo

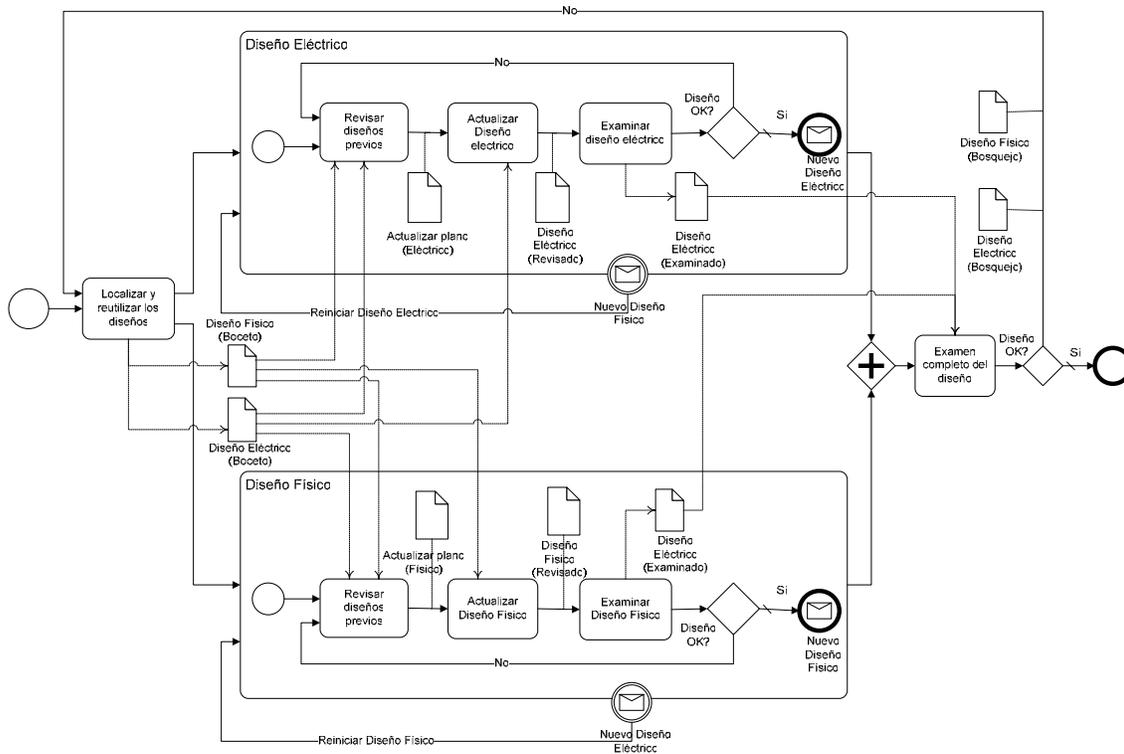


Figura 1. Modelo concurrente de la ingeniería con BPMN.

Los valores de las métricas de FMESP y de las específicas para BPMN que han sido aplicadas al modelo de la figura anterior, son mostrados en las tablas 10 y 11. Por razones de espacio, en el caso de las métricas para MPN, sólo se muestran los valores de las métricas derivadas.

Como se puede observar, no existe diferencia significativa entre los valores resultantes de aplicar las métricas para los dos tipos de procesos (software y de negocio). Las principales diferencias resultan de las métricas para Modelos de Proceso de Negocio basadas en elementos que no son contemplados en SPEN, pero que resultan útiles a la hora de analizar estructuralmente el modelo.

Tabla 10. Valor de las Métricas Definidas en FMESP

Métricas de FMESP	
Métrica	Valor
NA	8
NWP	8
NPR	2
NDWPIIn	14
NDWPOut	8
NDWP	22
NDA	11
NCA	8/11 = 0.727
RDWPIIn	14/22 = 0.636
RDWPOut	8/22 = 0.363
RWPA	8/8 = 1
RRPA	2/8 = 0.25

Tabla 11. Valor de las Métricas Derivadas con BPMN.

Métricas Derivadas con BPMN	
Métrica	Valor
NTSE	3
NTIE	2
TNEE	3
TNT	8
TNCS	0
TNE	8
TNG	4
TNDO	22
CLA	8/11 = 0.727
CLP	0
PDOPIn	14/22 = 0.636
PDOPOut	8/22 = 0.363
PDOTOut	8/8 = 1
PLT	2/8 = 0.25

De esta manera, se comprueba que, aunque actualmente no se conocen en la literatura propuestas de métricas para la evaluación de modelos de proceso de negocio a nivel conceptual, es posible llevar a cabo su evaluación aplicando métricas definidas para modelos de proceso software y definiendo nuevas métricas específicas.

6. Conclusiones y Trabajos Futuros.

En este trabajo se ha mostrado e ilustrado cómo el marco FMESP, desarrollado inicialmente para el modelado y la medición de modelos de procesos software, puede ser aplicado para evaluar los modelos de procesos de negocio en un nivel conceptual. Considerando que en el campo de la ingeniería de procesos no hay métricas aplicables a modelos de proceso de negocio a nivel conceptual, se decidió hacer uso de las ideas de FMESP para evaluar la complejidad estructural de los mismos.

Ha sido posible aplicar métricas para modelos de proceso software a modelos de proceso de negocio representados en BPMN, dado que ambos presentan ciertas similitudes en cuanto a los elementos centrales que los componen. Sin embargo, ha sido necesario extender las métricas definidas en FMESP para abarcar todos los aspectos considerados dentro de un MPN. La adaptación ha sido relativamente fácil gracias a que en el marco FMESP todas las métricas se representan a nivel del metamodelo SPEM, que se caracteriza por su gran generalidad lo que permite utilizarlo como base para otros tipos de procesos que no sean de ingeniería del software.

Integrando ambas propuestas, se ha proporcionado un marco más refinado para la evaluación de modelos conceptuales de proceso de negocio. Esto da soporte a la Gestión de Procesos de Negocio, al facilitar la evaluación temprana de ciertas propiedades de calidad de los procesos de negocio. Las métricas a nivel de modelo pueden ser muy útiles a la hora de seleccionar los modelos con mayor facilidad de mantenimiento de entre diversas alternativas en aquellas compañías que cambian sus modelos para mejorar sus procesos.

También puede ayudar a facilitar la evolución de los procesos de negocio en estas compañías evaluando la mejora de los mismos en un nivel conceptual. Las métricas de MPN proveen a las compañías de información objetiva acerca de la mantenibilidad de dichos modelos. Modelos más mantenibles pueden beneficiar la gestión de los procesos de negocio principalmente en dos maneras: 1. Garantizando el entendimiento y la difusión de los procesos, y su evolución, sin afectar su exitosa ejecución; 2. Reduciendo el esfuerzo necesario para cambiar los modelos con la consecuente reducción del mantenimiento.

Las métricas propuestas para MPN deben ser validadas experimentalmente para saber si son útiles en casos reales. Por esta razón, actualmente se está desarrollando una familia de experimentos con el propósito de evaluar aspectos de calidad de modelos

conceptuales de procesos de negocio. Estos experimentos serán desarrollados con una población integrada por expertos en análisis de negocios y en ingeniería del software para poder comparar los resultados de ambos tipos de perfiles y determinar la influencia de estos diferentes puntos de vista.

Los participantes recibirán material consistente en un conjunto de MPN representados con BPMN. Los modelos tendrán diferentes características y dimensiones pensadas a propósito. También se proporcionará un cuestionario por cada uno de los modelos que incluirán preguntas relacionadas con su entendibilidad y complejidad. Para evaluar cómo influye la notación BPMN en la modificabilidad de los modelos, otra sección adicional del cuestionario preguntará acerca de diversas modificaciones (especialmente estudiadas) al modelo original.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto ENIGMAS (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Educación y Ciencia, referencia PBI-05-058).

Referencias

- [1] S.T. Acuña y X. Ferré. "Software Process Modelling". In Proceedings of the 5th. World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001). Orlando Florida, USA. pp. 1-6, 2001.
- [2] A. Sharp y P. McDermott, "Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development". London: Artech House (Pub). 2000
- [3] A. Finkelstein, J. Kramer, y M. Hales, "Process Modelling: a Critical Analysis", in Integrated Software Reuse: Management and Techniques, P. Walton and N. Maiden, Editors. Chapman and Hall and UNICOM. pp. 137-148. 1992.
- [4] T. Dufresne y J. Martin, "Process Modeling for E-Business", George Mason University, Spring 2003, INFS 770 - Methods for Informations Systems Engineering: Knowledge Management and E-Business., 2003.
- [5] K. Beck, J. Joseph, y G. Goldszmidt, "Learn Business Process Modeling Basics for the Analyst". IBM, July 2005, www-128.ibm.com/developersworks/library/ws-bpm4analyst

- [6] H.-E. Erickson y M. Penker, "Business Modeling with UML- Business Patterns at Work", ed. I. John Wiley & Sons. USA: Robert Ipsen. 2000
- [7] W.A. Florac, R.E. Park, y A.D. Carleton, "Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement", Guidebook. Carnegie Mellon University, April 1997, CMU/SEI-97-HB-003, 1997.
- [8] d.L. Wedemeijer y d.i.E. de Bruin. "Conceptual Process Models: Using Process Architecture in Practice". In Proceedings of the 15th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA '04). Zaragoza, España: IEEE Computer Society, 2004.
- [9] BPMI, "Business Process Modeling Notation", Specification Version 1.0. Business Process Management Initiative, May 3, 2004. www.bpmi.org
- [10] S.A. White, "Introduction to BPMN". bpmn.org (pub), May 2004. www.bpmn.org
- [11] OMG, "Software Process Engineering Metamodel Specification", adopted specification, version 1.0. Object Management Group, Inc., November, 2002.
- [12] OMG, "Meta Object Facility (MOF) Core Specification v 2.0", Object Management Group, October, 2003. <http://lglpc35.epfl.ch/lgl/members/fondement/docs/Specifications/UML20/03-10-04%20MOF2%20Core.pdf>
- [13] F. García, F. Ruiz, et al., "Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes". Journal of Systems Architecture, (accepted to appear). 2005
- [14] FIPS, "Integration Definition for Function Modeling (IDEF0)", Standard. National Institute of Standards and Technology, December, 1993.
- [15] R.J. Mayer, C.P. Menzel, et al., "Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) IDEF3 Process Description Capture Method Report", Interim Technical Report. September, 1995.
- [16] OMG, "Unified Modeling Language (UML) Specification: Infrastructure, version 2.0", Object Management Group. December, 2003.
- [17] G.S. Tjaden, "Business Process Structural Analysis", Georgia Tech Center for Enterprise Systems. October, 1999.
- [18] B.-J. Hommes y V. van Reijswoud. "Assessing the Quality of Business Process Modelling Techniques". In Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS 2000). Maui, Hawaii, USA: IEEE. pp. 1007-1016, 2000.
- [19] O.I. Lindland, G. Sindre, y A. Solvnerg, "Understanding Quality in Conceptual Modeling". Software IEEE, Vol. II (Issue 2): pp. 42-49. 1994
- [20] BPMN, Working Group. Business Process Management Initiative, Última actualización: Marzo 06, 2005. Fecha de consulta: Mayo, 2005. www.bpmn.org/exampleIndex.htm