



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemática y Naturales

Tesis

para optar a la titulación de posgrado correspondiente a la
Maestría en Ingeniería de Software

***Transformación de Workflows Científicos
a Modelos de Negocio en BPMN2
utilizando QVT***

Lic. Corina Natalia Abdelahad

Directores: Dr. Daniel Riesco (UNSL)

Dr. Carlos Kavka (ESTECO SpA - Italia)

San Luis

2013

Agradecimientos

Habiendo llegado a la culminación de este proyecto, quiero agradecer a todos aquellos que de una u otra manera me han acompañado en esta etapa dándome su apoyo, consejo y ánimo sin los cuales no hubiera sido posible lograr este objetivo.

En primer lugar a Dios y a la Mater por sostenerme en todo momento e iluminarme.

A mi familia por su apoyo incondicional en todas mis decisiones.

A mis amigas por soportar mis grandes ausencias, por estar siempre a mi lado y tener las palabras justas en cada momento.

A mi director Daniel Riesco por confiar en mí dándome la posibilidad de realizar este trabajo. Por brindarme su asesoramiento siempre y su generosidad a la hora de compartir sus conocimientos.

A mi co-director Carlos Kavka por su paciencia, dedicación, tiempo y generosidad no sólo durante el desarrollo de este trabajo de tesis sino durante mi estadía en Italia. Sin Carlos y Daniel este trabajo y la estadía en Italia no hubieran sido posibles. Estaré eternamente agradecida.

A la empresa ESTECO SpA por el aporte económico para mi estancia en Italia en la que pude realizar importantes avances para este trabajo de tesis. Además de abrirme sus puertas y hacerme sentir parte de ella. En especial le agradezco a Luka, Daniela, Laura y al grupo de investigación.

A Franco Neri por brindarme su ayuda incondicionalmente.

A mis compañeras de grupo por sus oraciones.

A mis colegas del Área de Programación y Metodología de Desarrollo de Software por estar dispuestos a ayudarme en todo aquello que estuviera a su alcance.

Índice

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Motivación y Contribuciones.....	2
1.2. Trabajos Relacionados	4
1.3. Objetivos.....	6
1.4. Organización del Informe.....	7
Capítulo 2. Modelos de Negocio	8
2.1. Introducción	8
2.2. ¿Qué es BPMN?.....	9
2.3. ¿Qué es un Proceso de Negocio?	11
2.4. Usos generales de BPMN	11
2.5. Elementos de BPMN	13
2.6. Flujos de Trabajo (Workflows).....	31
2.6.1. Sistemas de Gestión de Flujos de Trabajo	31
2.6.2. Estándares para modelado de flujos de trabajo.....	32
2.6.3. Flujos de Trabajo Científicos.....	33
2.6.4. Modelo de referencia de flujos de trabajo.....	34
Capítulo 3. Arquitectura Dirigidas por Modelos	37
3.1. Introducción	37
3.2. MDA.....	39
3.3. Beneficios de MDA	43
3.4. Transformación de Modelos y Metamodelos	44
3.5. Arquitectura en capas	46
3.6. Estándares involucrados en MDA.....	48
3.7. QVT	49
3.7.1. Introducción a QVT	49
3.7.2. Visión General	51
3.7.3. Lenguaje Relations	53

Capítulo 4. Metamodelos	60
4.1. Introducción.....	60
4.2. Metamodelo BPMN2.....	61
4.2.1. Principales elementos del metamodelo BPMN2.....	61
4.2.2. Metamodelo y la Metaclase <i>Process</i>	62
4.2.3. Metaclase <i>Event</i> y sus relaciones.....	64
4.2.4. Metaclase <i>Activity</i> y sus relaciones.....	65
4.2.5. Metaclase <i>Gateway</i> y sus relaciones.....	68
4.2.6. Objetos de datos en el metamodelo.....	69
4.2.7. Extensiones en el metamodelo.....	73
4.3. Metamodelo de ESTECO.....	74
Capítulo 5. Transformaciones	79
5.1. Arquitectura	79
5.2. Transformación y Relación Funcional.....	82
5.3. Reglas definidas para la transformación	85
Capítulo 6. Caso de estudio	103
6.1. Introducción	103
6.2. Un caso de estudio	104
Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros	113
7.1. Conclusiones	113
7.2. Trabajos Futuros	114
Anexos	116
A. Reglas de Transformación	116
B. Código del Caso de Estudio.....	137
C. Código generado por la transformación del Caso de Estudio	139
Referencias	143

Índice de Figuras

2.1. Ejemplo de un proceso B2B colaborativo	12
2.2. Ejemplo de un proceso con mínimo detalle	13
2.3. Evento de inicio	14
2.4. Evento intermedio	15
2.5. Evento de fin	16
2.6. Actividad	16
2.7. Tipos de Tareas	17
2.8. Sub-Proceso colapsado	18
2.9. Sub-Proceso expandido	18
2.10. Tipos de Call Activity	18
2.11. Tipos de Compuertas	19
2.12. Compuerta Exclusiva divergente	19
2.13. Compuerta Exclusiva convergente	20
2.14. Compuerta Inclusiva divergente	20
2.15. Compuerta Paralela	21
2.16. Compuerta Compleja	21
2.17. Compuerta Basada en Eventos	22
2.18. Objeto de Datos	22
2.19. Ejemplo del uso de Objeto de Datos	23
2.20. Almacén de Datos	23
2.21. Dato de Entrada	24
2.22. Dato de Salida	24
2.23. Reglas de Conexión para los Flujos de Secuencia	25
2.24. Flujo de Secuencia	25
2.25. Flujo de Secuencia Condicional	26
2.26. Flujo de Secuencia por Defecto	26
2.27. Flujo de Mensaje	26
2.28. Asociación	27
2.29. Anotaciones de Texto	27
2.30. Asociación de Datos	27
2.31. Ejemplo de utilización de las Asociaciones de Datos	28

2.32. Pool	28
2.33. Ejemplo de un proceso con más de un Pool	29
2.34. Dos Carriles en un Pool	29
2.35. Un Grupo	30
2.36. Un Anotación de Texto como Artefacto	30
2.37. Características de los SGFT	32
2.38. Modelo de Referencia: Componentes e Interfaces	34
3.1. Arquitectura Dirigida por Modelos de la OMG	40
3.2. Transformación de modelos	43
3.3. Transformación de modelos y metamodelos	46
3.4. Ejemplo de las cuatro capas del metamodelo	47
3.5. Relaciones entre los metamodelos QVT	51
3.6. Declaración de una transformación en QVT-Relations	53
3.7. Metamodelo SimpleUML	54
3.8. Metamodelo SimpleRDBMS	54
3.9 Declaración de una relation y dominios <i>checkonly</i> y <i>enforce</i> en QVT-Relations	55
3.10. Declaración de cláusulas <i>when</i> , <i>where</i> y <i>Pattern matching</i> en QVT-Relations	56
3.11. Declaración de relaciones top-level y no-top-level en QVT-Relations ...	57
3.12. Creación de objetos usando patrones en QVT-Relations	59
4.1. Ilustración de instancias en MOF	60
4.2. Organización de los principales elementos BPMN2	62
4.3. Algunos elementos relacionados con <i>Process</i>	63
4.4. Clase <i>Event</i> y sus relaciones	65
4.5. Clase <i>Activity</i> y sus relaciones	66
4.6. Clase <i>Task</i> junto con sus tipos y sus relaciones	67
4.7. Clase <i>Sub-Process</i>	68
4.8. Diagrama de clase para los tipos de compuertas	69
4.9. Clase <i>ItemAwareElement</i>	70
4.10. Relaciones vinculadas a <i>InputOutputSpecification</i>	71
4.11. Clase <i>DataAssociation</i>	72
4.12. Extensiones en BPMN2	74

4.13. Elementos principales del metamodelo ESTECO	75
4.14. Elementos relacionados a los Eventos	76
4.15. Conectores del metamodelo	76
4.16. Modelado de Datos	77
4.17. Modelado de Tareas	78
5.1. Arquitectura de la Transformación	81
5.2. Ejemplo de la jerarquía de las cuatro capas del metamodelo	81
5.3. Correspondencia entre los elementos de ESTECO y los de BPMN2	84
5.4. Definición de la transformación	86
5.5. Elementos involucrados en la relación <i>createProcess</i>	86
5.6. Relación para transformar un evento de inicio	87
5.7. Elementos de los metamodelos involucrados en la relación <i>createSequenceFlowStart2Activity</i>	88
5.8. Relación para transformar una tarea	89
5.9. Elementos de los metamodelos involucrados en la relación <i>taskNode2taskBPMN2</i>	90
5.10. Elementos del metamodelo ESTECO para extender las tareas	90
5.11. Relación para transformar un flujo de secuencia	92
5.12. Elementos de los metamodelos involucrados en la relación <i>createSequenceFlow</i>	93
5.13. Relación para crear propiedades de la tarea <i>Calculator</i>	94
5.14. Relaciones para crear la propiedad <i>Charset</i> y <i>KeepAlive</i>	95
5.15. Elementos de los metamodelos involucrados en las relaciones <i>propertyCharset</i> y <i>propertyKeepAlive</i>	95
5.16. Relación para crear el elemento <i>ioSpecification</i>	96
5.17. Elementos del metamodelo BPMN2 involucrados en la transformación de datos	97
5.18. Relación para transformar los datos de entrada	98
5.19. Elementos del metamodelo ESTECO involucrados en la transformación de datos	99
5.20. Relación para generar el elemento <i>InputSets</i> y añadirle los <i>DataInputs</i>	100
5.21. Relación para transformar los datos de salida	101

5.22. Relación para generar el elemento <i>OutputSets</i> y añadirle los <i>DataOutputs</i>	101
6.1. Entorno modeFRONTIER	104
6.2. Flujo de trabajo para optimizar un motor de combustión	104
6.3. Transformación del nodo de inicio	105
6.4. Primera parte de la transformación de tareas	106
6.5. Segunda parte de la relación que transforma las tareas	107
6.6. Tercera parte de la relación que transforma las tareas	107
6.7. Relación <i>propertyGTSuiteNode</i>	108
6.8. Generación de la propiedad <i>Model</i>	108
6.9. Generación de la propiedad <i>propertyGTSuiteParameterModelInput</i>	109
6.10. Transformación de los datos de entrada	111
6.11. Transformación de los datos de salida	112