



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Departamento Organización de Empresas

TESIS DOCTORAL

Arquitectura, Metodología y Plataforma Tecnológica para
la Ingeniería y Operación de Redes Colaborativas.
Una aproximación basada en Servicios Digitales

Programa de

Doctorado Modelos avanzados para la Dirección de Operaciones y la
Gestión de la Cadena de Suministros

Doctorando Rubén Darío Franco Pereyra

Directores Ángel Ortiz Bas

Francisco Cruz Lario Esteban

Valencia

Junio 2012

Índice de contenidos

Índice

<i>Agradecimientos</i>	5
<i>Resumen ejecutivo</i>	15
<i>Resum</i>	17
<i>Executive summary</i>	19
Capítulo 1 Descripción de la investigación	21
1.1. Introducción	25
1.2. Motivación y objetivos	25
1.2.1. Evolución del doctorando hacia la conceptualización del problema a resolver	25
1.2.2. Contexto científico de esta Tesis Doctoral	26
1.2.3. Conceptos previos	27
1.2.4. Identificación del problema a resolver	28
1.2.5. Objetivos de la Tesis Doctoral	34
1.3. Enfoque para la resolución del problema	35
1.4. Estructura del documento de Tesis	37
1.5. Proceso de construcción de la solución propuesta	37
1.6. Conclusiones	39
1.7. Referencias	40
Capítulo 2 Gestión de Redes Colaborativas	41
2.1. La importancia de la colaboración entre organizaciones	47
2.2. Naturaleza de las relaciones colaborativas	50
2.3. Formas de organizar las relaciones interorganizativas: Mercados, Jerarquías y Redes	52
2.4. Las Redes Colaborativas (RC)	54
2.4.1. Posibles ámbitos de estudio de las RC	54
2.4.2. El concepto de Redes Interorganizativas o Colaborativas	57
2.4.3. Dimensión Estructural de las RC	61
2.4.4. Dimensión de Gobierno de una RC	63
2.4.5. Las RC como estructuras dinámicas	66
2.4.6. Análisis de los aspectos dinámicos presentes en las RC	66
2.4.7. Resumen de principales características de una RC. Análisis de las aportaciones previas	69
2.4.7.1. Aspectos Estructurales de las RC	70
2.4.7.2. Forma de gobierno: planificación de la actividad conjunta	71
2.4.7.3. Forma de gobierno: seguimiento y coordinación de la actividad conjunta	72
2.5. Gestión de RC Dinámicas	76
2.5.1. Introducción a la gestión de RC	76

2.5.2. Ciclo de vida de las RC	78
2.5.3. Roles en las RC	84
2.5.4. Proyectos europeos recientes	85
2.5.5. Principales actividades de la gestión de RC	86
2.5.6. Fundamentos para la gestión de RC	87
2.6. Sistemas de Gestión de RC	88
2.6.1. Requerimientos para un sistema de Gestión de RC	88
2.6.2. Ingeniería Empresarial para la gestión operativa de RC	92
2.6.3. Interoperabilidad en la gestión de RC	93
2.7. Conclusiones	95
2.8. Referencias	96
Capítulo 3 Interoperabilidad en RC Dinámicas y el rol de los VBE	101
3.1. Introducción	109
3.2. Fundamentos de Interoperabilidad en RC Dinámicas	109
3.2.1. Integración o interoperabilidad	109
3.2.2. Importancia de la Interoperabilidad	110
3.2.3. El concepto de Interoperabilidad	112
3.2.4. Barreras a la Interoperabilidad	115
3.2.5. Niveles de interoperabilidad	118
3.2.6. Esquemas de soluciones para las barreras de interoperabilidad	121
3.3. Marcos de Referencia para soluciones de Interoperabilidad	124
3.3.1. Marco Europeo de Interoperabilidad (European Interoperability Framework)	125
3.3.2. Marco e-Health de Interoperabilidad (The E-Health Interoperability Framework)	130
3.3.3. Marco de Referencia LISI (Levels of Information Systems Interoperability)	135
3.3.4. Marco de interoperabilidad IDEAS	139
3.3.5. Marco de interoperabilidad ATHENA	143
3.3.6. Marco de interoperabilidad de la red de excelencia INTEROP	146
3.3.7. Análisis de los marcos de referencia para interoperabilidad en el contexto de esta Tesis	150
3.4. Los Virtual Organization Breeding Environments	154
3.4.1. Introducción	154
3.4.2. Virtual Organization Breeding Environments (VBE). Concepto.	155
3.4.3. Misión de un VBE	157
3.4.4. Miembros y roles en un VBE	159

3.4.5. El Ciclo de Vida de un VBE	160
3.4.6. Funcionalidades de un sistema para la gestión VBE según su CdV	161
3.4.7. Necesidades de investigación en el ámbito de los VBEs	164
3.5. Los VBE como entornos de interoperabilidad para RC	167
3.5.1. Creación de RC Dinámicas a partir de un VBE	167
3.5.2. Relación entre el ciclo de vida de un VBE y el de una RC	169
3.5.3. Integración de roles y ámbitos del VBE y las RC	171
3.5.4. Soporte de un VBE en el ciclo de vida de una RC dinámica	172
3.6. Avance hacia la propuesta para la ingeniería integrada de VBE y RC Dinámicas	173
3.6.1. Acerca de la necesidad de un enfoque integrado	173
3.6.2. Requerimientos de interoperabilidad en VBE y RC	176
3.6.3. Retos y soluciones propuestas para las barreras de interoperabilidad a nivel operativo	180
3.6.4. Modelos de referencia en la ingeniería integrada de VBE y RC	186
3.6.5. Primera aproximación a la arquitectura integrada de VBE y RC	188
3.6.6. Dimensiones de la propuesta de arquitectura integrada	189
3.7. Conclusiones	192
3.8. Referencias	193
Capítulo 4 Ingeniería y Operación de RC en el contexto de un VBE	197
4.1. Introducción	203
4.2. Integración e Ingeniería Empresarial	203
4.2.1. Evolución de la Integración Empresarial	203
4.2.2. Ingeniería Empresarial	205
4.2.3. Modelado Empresarial	206
4.2.4. Principios básicos del modelado empresarial	207
4.2.5. Requerimientos del modelado empresarial	208
4.2.6. Modelos parciales: vistas	209
4.2.7. Entornos de Ingeniería y Operación en la IE	210
4.3. Arquitecturas de Ingeniería e Integración Empresarial	211
4.3.1. Introducción	211
4.3.2. CIMOSA - Open Systems Architecture for CIM	213
4.3.3. GERAM - Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology	219
4.3.4. IEM - Integrated Enterprise Modeling	224
4.4. Arquitecturas y Marcos para la Ingeniería de Redes Colaborativas	226

4.4.1. VERAM - Virtual Enterprise Architecture and Methodology	226
4.4.2. ARCON - A Reference Model for COLlaborative Networks	230
4.5. Ingeniería y Modelado Empresarial en el ámbito de esta Tesis	236
4.5.1. Principios de la Ingeniería Empresarial aplicables a esta Tesis	236
4.5.2. Análisis de la contribución global de las distintas Arquitecturas de Referencia	238
4.5.3. Comparación de las distintas Arquitecturas de Referencia específicas para RC	239
4.5.4. Necesidad de una revisión para CIMOSA	242
4.5.5. Enfoques complementarios a utilizar	246
4.6. Definición de la arquitectura global de esta Tesis. Fase I-b	253
4.6.1. Planteamiento general de la solución. Cierre de la Fase I	253
4.6.2. Elementos arquitectónicos que componen esta propuesta	254
4.6.3. Representación de la arquitectura parcial para la gestión integrada de VBE y RC	257
4.7. Conclusiones	260
4.8. Referencias	261
Capítulo 5 Orientación a servicios en RC Dinámicas	263
5.1. Motivación y estructura del capítulo	271
5.1.1. Introducción	271
5.1.2. Estructura del capítulo	272
5.2. Coordinación de operaciones y gestión de la información en las RC Dinámicas	273
5.2.1. Procesos de negocio extendidos	273
5.2.2. El problema de la latencia de la información en procesos extendidos	276
5.2.3. Componentes de la latencia de información	278
5.2.4. La latencia de información en procesos de una RC Dinámica	281
5.2.5. Enfoques para reducir la latencia en una RID	283
5.2.6. Modelos de arquitecturas tecnológicas para el soporte a los procesos de negocio	284
5.3. Servicios electrónicos o e.Servicios	287
5.3.1. El concepto de Servicio	287
5.3.2. El concepto de e.Servicio desde una perspectiva de negocio	291
5.3.3. El concepto de e.Servicio desde una perspectiva técnica	293
5.3.4. Tipos de servicios de red	294
5.3.5. Composición de Servicios de Red	295
5.3.6. Diseño de Servicios Electrónicos	298
5.3.7. Integración de los Servicios Electrónicos en los Procesos de Negocio Extendidos	303

5.3.8. Intercambio de mensajes en procesos extendidos basados en servicios electrónicos	307
5.4. Arquitecturas Orientadas a Servicios - SOA	311
5.4.1. Concepto de SOA	311
5.4.2. Componentes de una Arquitectura Orientadas a Servicios	313
5.4.3. Entidades principales de una Arquitectura Orientadas a Servicios	315
5.4.4. Perspectiva Tecnológica de SOA	316
5.4.5. La importancia de SOA desde una perspectiva de negocio	318
5.5. Orientación a Servicios para la Interoperabilidad en RC Dinámicas	323
5.5.1. Un diseño y ejecución guiados por modelos	323
5.5.2. Diseño de Servicios Electrónicos Orientado a Interfaces	325
5.5.3. El principio de interoperabilidad	328
5.5.4. Autonomía y modularidad	328
5.5.5. Integración de procesos, servicios y datos desde una perspectiva de servicios	329
5.6. Conclusiones	331
5.7. Referencias	333
Capítulo 6 Las Entidades de Servicios	337
6.1. Introducción	341
6.2. Las Entidades de Servicios	342
6.2.1. Motivación	342
6.2.2. Aportaciones previas	343
6.2.3. Concepto	346
6.3. Entidades de Servicios Abstractas (ESA)	348
6.3.1. Concepto	348
6.3.2. Mecanismos de creación de Entidades de Servicios Abstractas	349
6.3.3. El repositorio de Entidades de Servicios Abstractas	352
6.4. Entidades de Servicios Concretas (ESC)	354
6.4.1. Concepto	354
6.4.2. Creación de Entidades de Servicios Concretas (ESC)	354
6.4.3. El repositorio de Entidades de Servicios Concretas	357
6.5. Relaciones entre Entidades de Servicios	359
6.5.1. Relaciones entre Entidades de Servicios Abstractas	359
6.5.2. Relaciones entre Entidades de Servicios Concretas	361
6.5.3. Atributo de Visibilidad en una Entidad de Servicios Concreta	362

6.6. Procedimiento para Modelado de Entidades de Servicios Abstractas	364
6.7. Ejemplo de Modelado de ESA y ESC	367
6.8. Modelado de procesos con ESA y ESC	371
6.9. Arquitectura de referencia para Entidades de Servicios	372
6.9.1. Antecedentes	372
6.9.2. Dimensiones de la propuesta de arquitectura para ES	373
6.10. Conclusiones	377
6.11. Referencias	378
Capítulo 7 Arquitectura para la gestión integrada de VBE, RC y ES	381
7.1. Introducción	389
7.2. Elementos de la propuesta	389
7.3. Visión general de la solución	394
7.3.1. El enfoque MAT	394
7.3.2. Descripción del enfoque de la solución	395
7.4. Integración de los Ciclos de Vida	400
7.4.1. Ciclos de Vida a integrar	401
7.4.2. El CdV integrado de las RC	402
7.5. Integración de las vistas de modelado	404
7.5.1. El rol de las Entidades de Servicios en el modelado de RC y VBE	404
7.5.2. Integración de modelos con ES	406
7.6 Definición de la arquitectura	410
7.6.1. Componentes básicos de la arquitectura	411
7.6.2. Resumen de las aportaciones introducidas en capítulos anteriores	413
7.6.3. Descripción detallada de las arquitecturas parciales	416
7.6.4. Integración de arquitecturas parciales	429
7.6.5. Enfoques de modelado al utilizar la arquitectura	439
7.7 Interoperabilidad en la arquitectura propuesta	440
7.8 Conclusiones	443
Capítulo 8 Metodología para la gestión integrada de VBE, RC y ES	445
8.1. Introducción	449
8.2. Consideraciones previas	449
8.2.1. Aproximación general	449
8.2.2. Roles	452

8.3. Visión general de la metodología	452
8.4. Visión detallada de la metodología	456
8.4.1. Gestión de VBE	456
8.4.2. Gestión de RC	463
8.4.3. Gestión de ES	470
8.4.4. Integración funcional entre roles	473
8.5. Aplicación a un caso de ejemplo	475
8.5.1. Introducción	475
8.5.2. Descripción del escenario	475
8.5.3. Aplicación de la metodología	476
8.6. Conclusiones	487
Capítulo 9 Diseño e implementación de una plataforma tecnológica	489
9.1. Introducción	495
9.2. Arquitectura Tecnológica. Visión global	496
9.2.1. Introducción	496
9.2.2. Componentes básicos de la arquitectura	496
9.3. Arquitectura Tecnológica. Visión detallada	499
9.3.1. Arquitectura general	499
9.3.2. Componentes del Gestor de VBE	500
9.3.3. Componentes del Gestor de CN	501
9.3.4. Componentes de los Clientes ES	502
9.4. Gestor de VBE	503
9.4.1. Soporte al Ciclo de Vida de VBE	503
9.4.2. Descripción funcional	504
9.4.3. Descripción de las clases principales	514
9.5. Gestor de Redes Colaborativas	517
9.5.1. Ciclo de Vida de la RC	517
9.5.2. Descripción funcional	518
9.5.3. Descripción de las clases principales	527
9.6. Gestor de Entidades de Servicios	529
9.6.1. Ciclo de Vida de ES	529
9.6.2. Descripción funcional	529
9.6.3. Configuración del nodo	530

9.6.4. Operación del nodo	532
9.6.5. Descripción de tablas	536
9.7. Conclusiones	537
Capítulo 10 Validación de la propuesta	539
10.1. Plan de validación	543
10.2. Escenario 1: Herramienta de planificación de operaciones para una RC Industrial	547
10.2.1. Introducción	548
10.2.2. Arquitectura general	548
10.2.3. Interoperabilidad con el VBE (Manbree)	550
10.2.4. Modelo estático	552
10.2.5. Algoritmo de planificación	553
10.3. Escenario 2: Plataforma ColNet – Service Oriented Platform for Extended Business Process Management	559
10.3.1. Aproximación general de ColNet	559
10.3.2. Perspectiva funcional de ColNet	560
10.3.3. Roles en ColNet	561
10.3.4. Descripción técnica de ColNet	561
10.3.5. Interfaz de ColNet	563
10.3.6. Implementaciones de ColNet	564
10.4. Conclusiones	565
Capítulo 11 Conclusiones y líneas futuras	567
11.1. Conclusiones	571
11.2. Revisión detallada de las cuestiones de investigación	573
11.3. Líneas futuras	577
11.4. <i>Main conclusions</i>	579
11.5. <i>Detailed review of initial research questions</i>	581
11.6. <i>Future research work</i>	585